

Dr inż. Piotr Domaradzki
Kierownik Pracowni Instrumentalnej Analizy Żywności
w Katedrze Towaroznawstwa i Przetwórstwa
Surowców Zwierzęcych
Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
Tel. 81-445-68-56
e-mail: piotr.domaradzki@up.lublin.pl

Załącznik IIa

AUTOREFERAT W JĘZYKU POLSKIM

Użyte skróty:

<i>BG</i> – rasa białogrzbieta	<i>PUFA</i> – kwasy tłuszczowe wielonienasycone
<i>PC</i> – rasa polska czerwona	<i>AI</i> – indeks aterogenny (<i>atherogenic index</i>)
<i>PCB</i> – rasa polska czarno-biała	<i>TI</i> – indeks trombogenny (<i>thrombogenic index</i>)
<i>PHF</i> – rasa polska holsztyńsko-fryzyjska odm. czarno-biała	<i>h/H</i> – stosunek kwasów hipocholesterolemicznych do hipercholesterolemicznych
<i>SIM</i> – rasa simentalska	<i>W/B</i> – stopień uwodnienia białek (<i>water-to-protein ratio</i>)
<i>LIM</i> – rasa limousine	<i>C/P</i> – procentowy udział kolagenu w białku ogólnym (<i>share of collagen in total protein</i>)
<i>LL</i> – mięsień najdłuższy grzbietu z odcinka lędźwiowego (<i>longissimus lumborum</i>)	<i>WN</i> – wyciek naturalny
<i>ST</i> – mięsień półścięgnisty (<i>semitendinosus</i>)	<i>WT</i> – wyciek termiczny
<i>p.m.</i> – po uboju (<i>post mortem</i>)	<i>WBSF</i> – instrumentalna siła cięcia (<i>Warner-Bratzler shear force</i>)
<i>EC</i> – przewodność elektryczna właściwa	<i>RDA</i> – zalecane dzienne spożycie (<i>Recommended Dietary Allowance</i>)
<i>MFI</i> – indeks miofibrylarny	<i>AI</i> – wystarczające spożycie (<i>Adequate Intake</i>)
<i>SFA</i> – kwasy tłuszczowe nasycone	
<i>MUFA</i> – kwasy tłuszczowe jednonienasycone	

I. INFORMACJA O POSIADANYCH DYPLOMACH, STOPNIACH NAUKOWYCH I ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

2013 r. - doktor nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia, specjalność
technologia i towaroznawstwo mięsa

Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
dysertacja pt.: *„Wpływ okresu dojrzewania na zmianę jakości fizykochemicznej,
sensorycznej i tekstury mięsa różnych kategorii i typów użytkowych bydła”*.

Promotor: Prof. dr hab. Anna Litwińczuk

2007 r. - magister inżynier

Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Akademia Rolnicza w Lublinie
praca magisterska pt.: *„Produkty z marchwi dostępne na rynku jako potencjalne
źródło związków o działaniu prozdrowotnym”*.

Promotor: dr inż. Agnieszka Malik

Zatrudnienie

1.10.2014 – obecnie adiunkt

Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych
Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt (od 2016 r. Wydział Biologii,
Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki), Uniwersytet Przyrodniczy w
Lublinie

1.10.2011 – 30.09.2014 asystent

Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych
Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w
Lublinie

Doskonalenie zawodowe

2017 staż naukowy (6-tygodniowy) na Wydziale Biotechnologii i Nauk o
Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Nitrze (Faculty of Biotechnology
and Food Science at Slovak University of Agriculture in Nitra).

2014 staż (4-tygodniowy) w zakładzie produkcyjnym „SOKOŁÓW” S.A.
oddział w Sokołowie Podlaskim,

2013 Ukończone szkolenie i pozytywne zaliczenie egzaminu w ramach
projektu pn.: „Zarządzanie Badaniami Sektora Produkcji Żywności”
współfinansowanego ze środków UE w ramach EFS, Programu

Operacyjnego Kapitał Ludzki 2007-2013, Priorytet IV Szkolnictwo wyższe i nauka, Działanie 4.2 Rozwój kwalifikacji kadr systemu B+R i wzrost świadomości roli nauki w rozwoju gospodarczym, zorganizowanego przez Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego w terminach 24-28 czerwiec w Gdyni oraz 9-13 września w Mrągowie.

- 2012 Ukończone szkolenie i pozytywne zaliczenie egzaminu w ramach projektu pn.: „Przyszłość Rozwojowa Żywności” współfinansowanego ze środków UE w ramach EFS, Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki 2007-2013, Priorytet IV Szkolnictwo wyższe i nauka, Działanie 4.2 Rozwój kwalifikacji kadr systemu B+R i wzrost świadomości roli nauki w rozwoju gospodarczym, zorganizowanego przez Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego w terminach 27-31 sierpień oraz 24-28 wrzesień w Warszawie
- 2010 praktyka zawodowa (9 tygodniowa) w Zakładzie Przetwórstwa Mięsnego Marek Leśniak w Strzyżowie
- 2010 Dwusemestralne studia podyplomowe: Analityka i Bezpieczeństwo Zdrowotne Żywności, Uniwersytet Rzeszowski
- 2007 Dwusemestralne studia podyplomowe: Towaroznawstwo i Obrót Żywnością, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
- 2007-2011 Studia Doktoranckie, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

II. OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE (ZGODNIE Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI – DZ.U. NR 65, POZ. 595 ZE ZM.)

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

„Właściwości fizykochemiczne i wartość odżywcza mięsa buhajków 5 ras, w tym 3 objętych programem ochrony zasobów genetycznych”

b) Publikacje składające się na główne osiągnięcie naukowe:

- O.1.** Litwińczuk Z., Florek M., **Domaradzki P.**, Żółkiewski P. (2014). Właściwości fizykochemiczne mięsa buhajków trzech rodzimych ras – polskiej czerwonej, białogrzbieter i polskiej czarno-białej oraz simentalskiej i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 5 (96), 53 – 62. (15 pkt. MNiSW)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu i pozyskaniu materiału do badań, wykonaniu części analiz, zestawieniu i interpretacji wyników, jak również współredagowaniu tekstu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 30%.

- O.2.** Litwińczuk Z., **Domaradzki P.**, Florek M., Staszowska A., Żółkiewski P. (2015). Content of Macro- and Microelements in the Meat of Young Bulls of Three Native Breeds (Polish Red, White-Backed and Polish Black-and-White) in Comparison with Simmental and Polish Holstein-Friesian. *Annals of Animal Science*, 15 (4), 977-985. (IF=0,599; 20 pkt. MNiSW)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu i pozyskaniu materiału do badań, wykonaniu części analiz, zestawieniu i interpretacji wyników, jak również współredagowaniu tekstu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 40%.

- O.3.** **Domaradzki P***. Florek M., Staszowska A., Litwińczuk Z. (2016) Evaluation of the Mineral Concentration in Beef from Polish Native Cattle. *Biological Trace Element Research*, 169 (2), 328-332 (IF=2,399; 15 pkt. MNiSW)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu i wykonaniu części badawczej, zestawieniu i interpretacji wyników oraz redagowaniu tekstu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 65%.

- O.4.** Litwińczuk Z., **Domaradzki P*.**, Florek M., Żółkiewski P. (2016). Chemical composition, fatty acid profile, including health indices of intramuscular fat, and technological suitability of the meat of young bulls of three breeds included in a genetic resources conservation programme fattened within a low-input system. *Animal Science Papers and Reports*, 34 (4), 387-397 (IF=0,725; 25 pkt. MNiSW)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu i pozyskaniu materiału do badań, wykonaniu części analiz, zestawieniu i interpretacji wyników, jak również współredagowaniu tekstu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 45%.

- O.5. Domaradzki P., Florek M., Staszowska A., Litwińczuk Z., (2017).** Fulfilment of the requirements of adults and children for minerals by beef, taking into account the breed of cattle and muscle. *Journal of Elementology*, 22 (1), 21-30. (IF=0,641; 15 pkt. MNiSW)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu i wykonaniu części badawczej, zestawieniu i interpretacji wyników oraz redagowaniu tekstu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 65%.

- O.6. Domaradzki P.*, Litwińczuk Z., Florek M., Żółkiewski P. (2017).** Wpływ okresu dojrzewania na właściwości fizykochemiczne mięśnia *longissimus lumborum* buhajków pięciu ras. *Medycyna Weterynaryjna*, 73 (12), 802-810. (IF=0,161; 15 pkt. MNiSW)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu i wykonaniu części badawczej, zestawieniu i interpretacji wyników oraz redagowaniu tekstu publikacji. Mój udział procentowy szacuję na 65%.

* autor korespondencyjny

Łączny IF prac wynosi 4,525, a łączna suma punktów MNiSW – 105

Wkład Wnioskodawcy w 6 wyżej wymienionych pracach przedstawiono w załączniku III, natomiast oświadczenia współautorów w załączniku IV.

Domaradzki Piotr

c) Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników wraz ze wskazaniem ich ewentualnego wykorzystania

Jako wykonawca w zadaniu 5 „Pozyskiwanie wołowiny i jagnięciny o wysokiej wartości odżywczej i prozdrowotnej spełniającej kryteria żywności funkcjonalnej” w projekcie „*BIOŻYWNOŚĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego*” współfinansowanym przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, realizowałem prace badawcze i wnikliwe studia literaturowe skoncentrowane na określeniu przydatności lokalnych ras bydła do produkcji wołowiny o podwyższonych walorach prozdrowotnych. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w postaci cyklu prac (**O.1.-O.6.**), które dotychczas uważam za swoje najważniejsze osiągnięcie naukowe i przedkładam jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

WPROWADZENIE

Na jakość mięsa wpływa szereg czynników, zarówno genetycznych (rasa, płeć), fizjologicznych (wiek), jak również środowiskowych: żywienie, warunki utrzymania i transportu zwierząt, sposób przeprowadzenia uboju i obróbki poubojowej, czy wreszcie postępowanie z tuszami po uboju oraz sposób przechowywania samego surowca (Warner i wsp. 2010, Węglarz 2011, Litwińczuk i wsp. 2015).

Konsumenci coraz częściej poszukują obecnie żywności o szczególnych walorach dietetycznych i prozdrowotnych. Wołowina pod tym względem należy do najbardziej cenionych gatunków mięs (McAfee i wsp. 2010, Verbeke i wsp. 2010, Wyness i wsp. 2011, Scollan i wsp. 2014). Świadomi nabywcy coraz większą wagę przywiązują również, do systemów produkcji żywności oraz jej pochodzenia (Revilla i Vivar-Quintana 2006, Vieira i wsp. 2009). Niskonakładowy system produkcji zwierzęcej (określany często jako tradycyjny) jest aktualnie najbardziej pożądanym przez konsumentów i detalistów. Kojarzony jest bowiem z zachowaniem dobrostanu zwierząt, zrównoważonym rozwojem, wysoką wartością odżywczą produkowanych surowców i ich bezpieczeństwem zdrowotnym (Razminowicz i wsp. 2006, Marino i wsp. 2011, Monteiro i wsp. 2012). Żywienie bydła w tym systemie oparte jest głównie o wyprodukowane w gospodarstwie pasze objętościowe przede wszystkim z trwałych użytków zielonych, niekiedy z niewielkim udziałem paszy treściwej (Alfaia i wsp. 2006, Resconi i wsp. 2010, Marino i wsp. 2011, Litwińczuk i wsp. 2014). Wykorzystanie pastwisk w opasie zwierząt jest jedną z najlepszych strategii prowadzących do zwiększenia poziomu

naturalnych antyoksydantów, efektywnie przenikających z zielonki pastwiskowej do mięsa. Przeciwtleniacze spowalniają procesy oksydacyjne w tkance mięśniowej zwiększając m.in. stabilność barwy w trakcie poubojowego dojrzewania wołowiny (Descalzo i Sancho 2008, Schor i wsp. 2008). W niskonakładowych systemach produkcji idealnie sprawdzają się lokalne rasy bydła. Są one doskonale przystosowane do wykorzystania naturalnych pasz, często w bardzo trudnych warunkach środowiskowych (tereny górskie, podmokłe), w których wyspecjalizowane rasy transgraniczne wykorzystywane w intensywnej produkcji towarowej (np. holsztyńsko-fryzyjska) nie znajdują zastosowania (Horcada-Ibáñez i wsp. 2016, Litwińczuk i wsp. 2016).

Obecnie w bazie danych FAO DAD-IS (www.fao.org/dad-is) dla krajów europejskich umieszczono 618 ras bydła, w tym 547 sklasyfikowanych zostało jako lokalne (występujące tylko w jednym kraju) lub regionalne (występujące w więcej niż jednym kraju w danym regionie). Należy również zauważyć, iż ponad 20% (tj. 126) europejskich ras bydła bezpowrotnie utracono a ok. 33% (206) jest poważnie zagrożonych (www.fao.org/dad-is).

Rasy rodzime przetrwały głównie na obszarach, gdzie intensywne (wysokonakładowe) systemy produkcji nie zostały wdrożone ze względów ekonomicznych, kulturowych lub środowiskowych (Hiemstra i wsp. 2010). W Polsce programem ochrony zasobów genetycznych bydła objęte są 4 rodzime rasy. Rasy polska czerwono-biała i polska czarno-biała są sklasyfikowane wg FAO DAD-IS jako niezagrożone, natomiast polska czerwona i białogrzbieta jako zagrożone.

Bydło polskie czerwone jest najstarszą polską rasą (uważane za bydło słowiańskie). Zaliczane jest do grupy bydła brachycerycznego, czyli pochodzącego od tura mniejszego (*Bos taurus brachyceros*). Obecnie utrzymywane jest głównie na terenie Polski południowej, w rejonach górskich i pogórskich (Martyniuk 2010, Litwińczuk 2011).

Bydło białogrzbieta występowało od wieków na terenach Polski, a szczególnie w dorzeczu Wisły, Bugu i Narwi. Do Polski sprowadzono je najprawdopodobniej z terenów basenu Morza Bałtyckiego, być może przez Szwedów. Cechą charakterystyczną jest biały pas na grzbiecie, wąski na kłębie, a rozszerzający się ku zadowi i obejmujący całą szerokość miednicy. Występuje w dwóch odmianach barwnych: czarnej i czerwonej (Litwińczuk 2011).

Polskie bydło czarno-białe wywodzi się od czarno-białego bydła holenderskiego i niemieckiego sprowadzanego na ziemie polskie już w średniowieczu. W Polsce bardzo dobrze się zaaklimatyzowało, a powszechność jego występowania spowodowała, że uznano je za polską rasę nazywaną nizinna czarno-biała (NCB). Od lat 70. ubiegłego wieku bydło NCB poddawano uszlachetnianiu rasą holsztyńsko-fryzyjską w celu poprawy cech użytkowości

mlecznej. W konsekwencji w 2005 r. przyjęto nową nazwę dla tej rasy tj. polska holsztyńsko-fryzyjska (PHF) odmiany czarno-białej reprezentującą wyraźnie mleczny typ użytkowy. Chcąc zachować w Polsce bydło czarno-białe w starym typie budowy i użytkowości mięsno-mlecznej w 2007 r. podjęto decyzję o objęciu istniejącej jeszcze populacji tego bydła programem ochrony zasobów genetycznych (Litwińczuk 2011).

Jednym z najskuteczniejszych działań gwarantujących trwałość użytkowania ras rodzimych jest promowanie pochodzących od nich surowców i wytwarzanych na bazie tych surowców produktów regionalnych (Revilla i Vivar-Quintana 2006, Hiemstra i wsp. 2010). Doświadczenia wielu krajów zachodnioeuropejskich wskazują, że wyroby takie aby być rozpoznawane na rynku tzn. kojarzone z konkretną rasą lub/i regionem i uzyskiwać stosowną cenę, powinny zostać odpowiednio oznaczone np. chronioną nazwą pochodzenia, chronionym oznaczeniem geograficznym, świadectwem gwarantowanej tradycyjnej specjalności, bądź wyróżnione innym znakiem jakościowym (Alfaia i wsp. 2006, Orellana i wsp. 2009, Bispo i wsp. 2010, Hiemstra i wsp. 2010, Santé-Lhoutellier i wsp. 2010, Sierra i wsp. 2010, Monteiro i wsp. 2012, Hocquette i wsp. 2013). Działania takie przyczyniają się do poprawy efektywności i dochodowości gospodarstw utrzymujących lokalne rasy bydła, co w konsekwencji znacząco wpływa na rozwój hodowli danej rasy (Insausti i wsp. 2001, Costa i wsp. 2006, Zander i wsp. 2013). Wymaga to jednak zaangażowania i ścisłej współpracy hodowców, przedsiębiorców, detalistów, ośrodków naukowych, mediów, władz, organizacji i stowarzyszeń, zwłaszcza tych lokalnych.

Kulinarne mięso wołowe spożywają przede wszystkim konsumenci świadomi, którzy decydują się na jego zakup mimo wyższej ceny. Oczekują jednak, że poniesione koszty zostaną zrekompensowane przez wysoką jakość mięsa (Resurreccion, 2004, Destefanis i i wsp. 2008, Sepúlveda i wsp. 2008, Lyford i wsp. 2010, Verbeke i wsp. 2010). W opinii konsumentkiej jakość wołowiny determinowana jest licznymi właściwościami, ocenianymi początkowo w momencie zakupu, a następnie finalnej konsumpcji. Podczas zakupu konsument zwraca przede wszystkim uwagę na barwę, marmurkowatość, konsystencję i zapach mięsa. Po obróbce termicznej najważniejszymi wyróżnikami wołowiny są z kolei kruchość, smakowitość i soczystość (Insausti i wsp. 2001, Sepúlveda i wsp. 2008, Warner i wsp. 2010). Należy jednak mieć na uwadze, że ten cenny surowiec w celu uzyskania wysokiej wartości kulinarnej wymaga dodatkowych zabiegów. Wołowina obok wysokiej wartości odżywczej musi dostarczać bowiem określonych wrażeń sensorycznych. Jednym z najbardziej popularnych zabiegów przyczyniających się do poprawy jakości konsumpcyjnej wołowiny jest poubojowe dojrzewanie, prowadzone najczęściej w warunkach beztlenowych

(tzw. dojrzewanie mokre). Pakowanie próżniowe jest ważnym elementem współczesnej dystrybucji mięsa świeżego, umożliwia bowiem jego długoterminowe przechowywanie w warunkach chłodniczych, co jest wynikiem ograniczenia niekorzystnych zmian związanych z utlenianiem składników mięsa m.in. barwników i lipidów mięśniowych (Franco i wsp. 2009, Sierra i wsp. 2010, Ripoll i wsp. 2013, Vitale i wsp. 2014, Domaradzki i wsp. 2016).

CEL I ZAKRES BADAŃ

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat wzrosło zainteresowanie ochroną i wykorzystaniem rodzimych ras zwierząt utrzymywanych w tradycyjnych systemach chowu.

Doświadczenia wielu krajów europejskich pokazują, że promowanie poprzez system oznaczeń surowców i produktów pozyskiwanych od tych ras, korzystnie wpływa na zrównoważony rozwój obszarów wiejskich, przyczynia się do ochrony dziedzictwa kulturowego wsi oraz zwiększenia populacji danej rasy. W europejskim systemie ochrony produktów regionalnych i tradycyjnych w klasach świeże mięso i produkty wytworzone na bazie mięsa zarejestrowanych jest obecnie 346 produktów, z tej liczby najwięcej zgłoszone zastało przez Francję (93), Portugalię (72), Włochy (47) oraz Hiszpanię (35). Należy przy tym zauważyć, że mięso wołowe i cielęce lub wyroby wytworzone na bazie tych surowców stanowią znaczący udział ww. grupie. Pomimo, iż dotychczas we wcześniej omawianych kategoriach umieszczono 6 produktów z Polski, to żaden z nich nie jest pozyskiwany od rodzimej rasy bydła. Biorąc zatem pod uwagę sprawdzone wzorce europejskie, należałoby je jak najszybciej zaadaptować do polskich warunków i podjąć działania marketingowe mające na celu wypromowanie wysokiej jakości wyrobów markowych pochodzących od rodzimych ras zwierząt. Pierwszym krokiem powinna być jednakże dokładna charakterystyka i ocena jakości pozyskiwanych surowców. Należy również zauważyć, że pomimo kilkusetletniej udokumentowanej historii chowu i hodowli rodzimych ras bydła na ziemiach Polski, wyraźnie brakuje informacji w dostępnym piśmiennictwie na temat jakości mięsa tych zwierząt. Podjęto zatem badania, których celem było porównanie wartości odżywczej i przydatności technologicznej mięsa buhajków trzech rodzimych ras tj. polskiej czerwonej, białogrzbietej i polskiej czarno-białej. Grupę odniesienia stanowiło mięso buhajków rasy simentalskiej i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej.

Badaniami objęto mięśnie szkieletowe (najdłuższy grzbietu z odcinka lędźwiowego - *m. longissimus lumborum*; LL i półścięgnisty - *m. semitendinosus*; ST) buhajków 5 ras

opasanych w gospodarstwach niskonakładowych, głównie paszami z trwałych użytków zielonych.

W ocenie wartości odżywczej mięsa uwzględniono:

- podstawowy skład chemiczny, oznaczając zawartość:
 - ✓ wody wg PN-ISO 1442:2000,
 - ✓ popiołu wg PN-ISO 936:2000,
 - ✓ tłuszczu wolnego (stosując n-heksan jako rozpuszczalnik) przy użyciu aparatu Büchi B-811 wg PN-ISO 1444:2000,
 - ✓ białka ogólnego metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu Büchi B-324 wg PN-75/A 04018,
 - ✓ białka kolagenowego - na podstawie zawartości hydroksyproliny (współczynnik przeliczeniowy 7,52) wg PN-ISO 3496 (2000),
 - ✓ barwników hemowych metodą Hornseya (1956)

- wartość energetyczną netto 100 g mięsa wyliczano na podstawie zawartości białka ogólnego i tłuszczu wolnego, wykorzystując fizjologiczne (Atwatera) równoważniki energetyczne – białko 4,0 kcal=16,76 kJ, tłuszcz 9,0 kcal=37,66 kJ,
- profil kwasów tłuszczowych - po uprzedniej ekstrakcji tłuszczu (Folch i wsp. 1957), metodą chromatografii gazowej, aparatem Varian CG 3900 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID) i kolumną kapilarną CP 7420, wykorzystując program Star GS Workstation ver.5.5. Zgodnie z normą: PN-EN ISO 5509 (2001) oraz PN-EN ISO 5508 (1996),
- zawartość makro- (K, Na, Ca, Mg) i mikroelementów (Zn, Fe, Mn, Cu) techniką płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej (F-AAS) z wykorzystaniem spektrometru Spectra 240FS (Varian), po uprzedniej mineralizacji na mokro w HNO₃, w systemie mikrofalowym (Mars Xpress; CEM), oraz
- stopień pokrycia zalecanych norm spożycia na składniki mineralne u osób dorosłych i dzieci przez porcję 100 g mięsa poddanego obróbce termicznej, przyjmując 40% ubytek termiczny z mięsa surowego (Lombardi-Boccia et al., 2005; Purchas et al., 2003) oraz odpowiednie współczynniki retencji dla Zn, Cu Mn – 1,0; Ca, Fe – 0,95; K, Na, Mg – 0,85

Przy ocenie właściwości technologicznych i kulinarnych analizowanego mięsa uwzględniono:

- ogólną jakość mięsa, w tym:

- ✓ udział (%) kolagenu w białku ogólnym – C/P, na podstawie zawartości kolagenu ogólnego i białka w mięsie,
 - ✓ stopień uwodnienia białek – W/B, w oparciu o oznaczoną zawartość wody i białka
 - ✓ wybrane wyróżniki fizykochemiczne – pH, przewodność elektryczną właściwą (EC), barwa mięsa (wg CIE L*a*b*) aparatem Minolta CR-310, wodochłonność na podstawie wycieku naturalnego i wycieku termicznego (Honikel 1998) oraz metody bibułowej wg Graua i Hamma (1953), parametry testu szerometrycznego: siłę cięcia - WBSF (N) i energię cięcia (J) mięsa po obróbce termicznej (w temp. 70°C przez 60 min) za pomocą jednokolumnowej maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell Proline B0.5,
 - ✓ stabilność oksydacyjną lipidów (wskaźnik TBARS), wyrażoną w mg aldehydu malonowego w kg mięsa wg metody Witte i wsp. (1970),
- wpływ czasu dojrzewania wołowiny (w okresie 14 dniowego przechowywania w warunkach próżniowych) na jej właściwości fizykochemiczne.

Szczegółowe metody badań zostały opisane w publikacjach składających się na główne osiągnięcie naukowe.

Uzyskane wyniki z badań eksperymentalnych mogą być źródłem informacji dla:

- ✓ konsumentów, gastronomii, a przede wszystkim zakładów przetwórstwa mięsnego zainteresowanych produkcją wołowiny kulinarnej,
- ✓ funkcjonujących aktualnie bądź w przyszłości stowarzyszeń/związków hodowców rodzimych ras bydła w celu promocji mięsa i produktów mięsnych wytwarzanych w oparciu o te rasy.

Mogą być także wykorzystane jako uzupełnienie ogólnodostępnych baz danych składu i wartości odżywczej produktów spożywczych (szczególnie mięsa wołowego) i stanowić dane porównawcze.

WYNIKI BADAŃ

1. Wartość odżywcza mięsa ocenianych buhajków

1.1. Skład chemiczny i wartość energetyczna

Skład chemiczny mięsa jest ważnym czynnikiem determinującym zarówno jego wartość odżywczą, a także przydatność kulinarną i przetwórczą.

Rasa bydła w istotny ($P < 0,05$) sposób determinowała podstawowy skład chemiczny oraz wartość energetyczną netto ocenianych mięśni (**O.4**). Najniższą zawartość tłuszczu (0,88% - LL i 0,56% - ST) i jednocześnie najwyższą popiołu (odpowiednio: 1,15% i 1,11%) stwierdzono w mięsie buhajków rasy PC. Mięso buhajków pozostałych ras rodzimych tzn. BG i PCB odznaczało się zbliżoną do rasy PHF zawartością tłuszczu (1,49% - LL i 1,28% - ST), ale istotnie ($P < 0,05$) wyższą niż u rasy simentalskiej (odpowiednio: 1,27% i 0,70%). Zawartość popiołu była natomiast zbliżona do obu ras stanowiących grupę odniesienia. Najwięcej białka zawierały mięśnie LL i ST buhajków rasy BG (odpowiednio: 23,05% i 22,80%), a wykazane różnice w stosunku do buhajków rasy PHF i PC były istotne ($P < 0,05$). W przypadku kolagenu ogólnego jego istotnie ($P < 0,05$) najniższą zawartość stwierdzono w mięsie buhajków rasy SIM (0,55% w LL i 0,80% w ST). Konsekwencją niższego udziału tłuszczu w mięśniach LL i ST buhajków rasy PC była również ich istotnie najniższa wartość energetyczna. W przypadku mięsa pozostałych ras rodzimych wartość kaloryczna (412,43-460,40 kJ) była porównywalna z mięsem buhajków rasy SIM i PHF (408,72-436,37kJ).

1.2. Profil, proporcje oraz indeksy kwasów tłuszczowych

O wartości biologicznej tłuszczu decyduje ilość i rodzaj występujących w nim kwasów tłuszczowych. Rasa zwierząt istotnie wpływała na udział 12 spośród 38 oznaczonych kwasów tłuszczowych (KT), rodzaj mięśnia na 7, a istotną interakcję tych dwóch czynników wykazano jedynie w przypadku 2 kwasów tłuszczowych (**O.4**).

Spośród kwasów nasyconych (SFA) w mięśniach szkieletowych ocenianych buhajków dominował kwas palmitynowy (C16:0) oraz kwas stearynowy (C18:0). W grupie kwasów jednonienasyconych (MUFA) najwyższy procentowy udział stwierdzono w przypadku kwasu oleinowego (C18:1c9), który w badanym tłuszczu śródmięśniowym buhajków (niezależnie od ich rasy) stanowił ponad 1/3 wszystkich oznaczonych KT. Istotnie ($P < 0,05$) najniższy poziom kwasu oleinowego stwierdzono w obu mięśniach buhajków PHF (34,00% LL i 34,88% ST). W mięśniach buhajków ras rodzimych (zwłaszcza ST) udział C18:1c9 był podobny jak w mięsie zwierząt rasy SIM tzn. od 37,93% do 38,19%.

Wyższy udział CLA stwierdzono w mięsie buhajków 3 ras lokalnych (0,32-0,43%) i rasy SIM (0,36-0,43%) w porównaniu z buhajkami rasy PHF (0,20-0,29%). W przypadku mięśnia ST wykazane różnice były statystycznie istotne ($P < 0,05$). Na podkreślenie zasługuje również istotnie ($P < 0,01$) wyższy niż u pozostałych ocenianych ras udział kwasu α -linolenowego (C18:3n3) w mięsie buhajków rasy PC i BG (0,80-0,86% vs. 0,39-0,54% w LL

oraz 0,65-0,82% vs. 0,40-0,45% w ST). W przypadku innych kwasów ważnych z punktu widzenia żywieniowego tj. C18:2n6, C20:4n6 i C22:5n3, wyższy ich udział również oznaczono w mięśniach szkieletowych zwierząt tych ras.

Rasa buhajków istotnie różnicowała profil, proporcje oraz indeksy kwasów tłuszczowych. Rodzaj mięśnia istotnie wpływał na zawartość kwasów SFA, MUFA, PUFA, oraz indeks nasylenia (S/P). Dla żadnej z ocenianych cech nie stwierdzono istotnej interakcji obu analizowanych czynników.

Najkorzystniejszym profilem kwasów tłuszczowych charakteryzowało się mięso buhajków rasy PC i BG, bowiem w porównaniu do pozostałych ras zawierało najwięcej kwasów wielonienasyconych (PUFA) tj. odpowiednio, 4,56% i 4,11% w LL ($P < 0,01$) i 4,51% i 3,53% w ST ($P < 0,05$). Mięso buhajków rasy PC i BG odznaczało się także istotnie najkorzystniejszymi właściwościami prozdrowotnymi, potwierdzonymi przez najwyższą proporcję PUFA/SFA (0,07-0,10; $P < 0,01$ w LL i $P < 0,05$ w ST) oraz miało najkorzystniejszy stosunek n6/n3 tzn. 1,81 i 1,71 w LL oraz 1,68 i 1,44 w ST. W mięśniu LL wykazane różnice pomiędzy średnimi dla tych buhajków a rasą PHF były statystycznie istotne ($P < 0,01$). W przypadku stosunku kwasów hipocholesterolemicznych/hipercholesterolemicznych (h/H) również najkorzystniejszą (tj. najwyższą) wartość wskaźnika oznaczono w mięśniach buhajków rasy PC i BG (1,34-1,45 w LL i 1,41-1,49 w ST). U pozostałych ras wartość h/H była odpowiednio w zakresie 1,20-1,26 w LL i 1,13-1,30 w ST. Dla rasy PC wykazane różnice były statystycznie istotne w LL i ST a dla BG tylko w ST ($P < 0,05$). Wyliczone indeksy aterogenności (AI) i trombogenności (TI) - wg wzorów zaproponowanych przez Ulbricht and Southgate (1991), przyjmowały również korzystniejsze (tj. niższe) wartości u tych ras (PC i BG), a wykazane różnice były istotne ($P < 0,01$ i $P < 0,05$).

1.3. Zawartość makro- i mikrośladników oraz stopień realizacji norm spożycia na wybrane składniki mineralne w różnych grupach wiekowych populacji polskiej.

Niedobory składników mineralnych w diecie nadal spotykane są dość często, nawet w krajach rozwiniętych. Znaczej uwagi wymaga żywienie dzieci, kobiet ciężarnych i ludzi starszych, u których deficyt pierwiastków może być szczególnie niebezpieczny dla zdrowia. Mięso czerwone, zwłaszcza wołowina uważana jest za jeden z najskuteczniejszych sposobów zapobiegania stanom niedoborowym. Dostarcza, bowiem niezbędnych minerałów o wysokiej biodostępności, zwłaszcza Fe i Zn.

Z uwagi na fakt, iż zawartość składników mineralnych w mięsie krajowych ras bydła była przedmiotem jedynie nielicznych opracowań naukowych, poświęcono temu zagadnieniu nieco więcej uwagi. Wyniki badań z tego zakresu opublikowano w 3 artykułach.

W pierwszej pracy (**O.2**) wykazano, że zawartość K, Na, Mg, Ca, Zn, Mn i Cu w mięsie ocenianych buhajków (opasanych w systemie półintensywnym, głównie w oparciu o pasze z trwałych użytków zielonych) uzależniona była od rasy zwierząt. W obu analizowanych mięśniach LL i ST zwierząt mlecznej rasy (PHF) stwierdzono istotnie niższą zawartość Mg i Ca, a w mięśniu ST także K. Średnia zawartość Mg w mięsie buhajków rasy PHF wynosiła 227,2 mg/kg w ST i 246,6 mg/kg w LL i była prawie o 1/3 niższa w porównaniu do mięsa buhajków ras rodzimych (PC, BG i PCB) i rasy simentalskiej, które reprezentują ogólnoużytkowy typ bydła (mięśno-mleczny). Zaznaczyć należy, że u tych 4 ras w typie mięśno-mlecznym była ona bardzo zbliżona tzn. wynosiła od 295,2 mg/kg w LL u rasy BG do 323,7 mg/kg w ST u rasy PC. Podobne tendencje odnotowano dla zawartości Ca. W mięsie buhajków rasy PHF była ona także bardzo zbliżona w obu mięśniach tzn. 19,8 mg/kg (ST) i 21,0 mg/kg (LL) i prawie dwukrotnie niższa w porównaniu do pozostałych 4 ras (32,7-47,3 mg/kg). Najwyższą zawartość Ca stwierdzono w mięśniach buhajków ras rodzimych, szczególnie BG i PCB dla których wykazane różnice były istotne nie tylko w stosunku do rasy PHF ale także i SIM.

Oba mięśnie buhajków mlecznej rasy PHF zawierały istotnie ($P < 0,05$) więcej Zn, a mięsień ST także Mn ($P < 0,05$). Zawartość Zn w obu mięśniach buhajków PHF była bardzo zbliżona (41,9 mg/kg w mięśniu LL i 40,5 mg/kg w ST) i znacząco wyższa od zawartości w mięśniach buhajków rasy SIM (22,6 mg/kg - ST i 28,8 mg/kg - LL). W mięśniach buhajków ras rodzimych przyjmowała ona pozycję środkową tzn. zawierała się w przedziale 34,9-39,2 mg/kg w mięśniu LL i w granicach 26,3-37,3 mg/kg w ST. Najniższą zawartość Cu stwierdzono (0,44 mg/kg i 0,60 mg/kg) w mięśniach buhajków rasy SIM, a w przypadku mięśnia ST była ona statystycznie istotna ($P < 0,05$).

W innej pracy z tego zakresu (**O.3**) wykazano, że rasa bydła miała istotny wpływ na zawartość siedmiu spośród ośmiu ocenianych pierwiastków, rodzaj mięśnia na zawartość trzech, natomiast istotna interakcja obu czynników (rasa x mięsień) występowała tylko w n

Mięso buhajków rasy PHF w porównaniu z pozostałymi analizowanymi rasami zawierało istotnie mniej K, Mg i Ca. Odwrotną tendencję zaobserwowano w przypadku mikroelementów, bowiem mięso buhajków rasy PHF zawierało najwięcej Mn ($P < 0,01$) i Fe ($P > 0,05$) oraz znacząco więcej Zn, niż rasy PC i SIM ($P < 0,01$). Mięso buhajków rasy BG zawierało istotnie ($P < 0,01$) więcej Ca i mniej Na niż mięso zwierząt rasy PC, SIM i PHF.

Ponadto w mięsie buhajków rasy BG wykazano istotnie ($P < 0,01$) wyższy poziom Mn i Cu w porównaniu do pozostałych ocenianych ras rodzimych (PR i PBW) oraz rasy SIM.

Wykazano, że jakkolwiek rodzaj mięśnia nie wpływał na zawartość makroelementów, to w przypadku mikroelementów jego wpływ był już znaczący. Mięsień LL w porównaniu do ST odznaczał się istotnie wyższą zawartością Zn, Fe i Cu.

Rasa buhajków była czynnikiem różnicującym stopień pokrycia zalecanych norm żywienia (RDA i AI) na analizowane składniki mineralne (w szczególności na mikroelementy i magnez) (**O.5**). Niezależnie od wykazanych różnic międzyrasowych oceniana wołowina była przede wszystkim bardzo dobrym źródłem Zn i Fe dla wyróżnionych grup populacyjnych. Spożycie 100 g mięsa po obróbce termicznej pokrywało od 52 do 85% RDA na Zn u kobiet, od 38 do 62% u mężczyzn i aż od 83 do 136% u dzieci, a dla Fe było to odpowiednio od 14 do 20 % RDA u kobiet i od 26 do 36% RDA u mężczyzn i dzieci. Dzielne zapotrzebowanie na Zn i Fe w największym stopniu zrealizowane było przez mięso buhajków rasy PHF, następnie rasy rodzime, zaś w najmniejszym przez mięso buhajków rasy SIM. Generalnie mięso wołowe uważane jest za jedno z najbogatszych źródeł żelaza i cynku. Jest to tym bardziej istotne, że niedobory Fe i Zn są powszechnym problemem występującym nawet w krajach rozwiniętych.

Badania własne wskazują również, że wołowina jest ważnym źródłem Mg, zwłaszcza dla dzieci, bowiem 100 g porcja pokrywała (w zależności od rasy) od 27 do 35% ich dziennie zapotrzebowanie na ten pierwiastek. Mięso buhajków ras rodzimych i rasy SIM w wyższym stopniu pokrywało normy żywienia na Mg (14 % RDA dla kobiet, 11% RDA dla mężczyzn i 33-35% RDA dla dzieci) niż rasy PHF (odpowiednio 11%, 8% i 27%). Pokrycie dziennego zapotrzebowania na Cu realizowane było w największym stopniu przez porcję 100 g mięsa buhajków rasy BG (13% RDA dla kobiet i mężczyzn oraz 21% RDA dla dzieci), w najniższym natomiast przez mięso była rasy PC i PHF (odpowiednio 10% RDA dla kobiet i mężczyzn oraz 16% RDA dla dzieci). Uwzględniając ważne funkcje biologiczne miedzi w organizmie człowieka, mięso wołowe może przynajmniej częściowo pokryć zalecenia żywieniowe dla osób dorosłych, a zwłaszcza dzieci. W przypadku K spożycie 100 g mięsa po obróbce termicznej dostarczało średnio 11% dziennej normy dla osób dorosłych (kobiet i mężczyzn) i ok. 15% dla dzieci. W największym stopniu zalecenia realizowane były przez mięso buhajków rasy PC (12-16% AI), w nieco niższym przez BG, PCB i SIM (10-16% AI), a w najniższym przez PHF (9-11% AI). Taka sama porcja wołowiny stanowiła zaledwie 3-5% dziennej normy na Na dla osób dorosłych i 4-6 % AI dla dzieci. Jest to tym bardziej ważne, że

aktualna podaż sodu wśród populacji wielu krajów zdecydowanie przekracza zalecane spożycie.

W literaturze wskazuje się, iż mięso w diecie człowieka jest marginalnym źródłem Ca oraz Mn. Podobne tendencje wykazano w badaniach własnych, porcja 100 g mięsa zaspokajała zaledwie 0,3-0,7% RDA Ca dla ocenianych grup. W przypadku Mn obserwowane między ocenianymi rasami różnice były bardziej zauważalne, bowiem mięso zwierząt ras PC, BG i PCB (dla kobiet, mężczyzn i dzieci) dostarczało 0,9-1% wystarczającego spożycia (AI), rasy SIM od 1 do 2% AI, natomiast rasy PHF w ilości już od 4 % do 7 % AI.

Wykazano zbliżony stopień realizacji norm żywienia na makroskładniki przez mięśnie LL i ST ocenianych buhajków. W przypadku mikroelementów ustalone dla kobiet, mężczyzn i dzieci zalecenia w zdecydowanie wyższym stopniu realizowane były przez mięsień LL niż ST. Porcja 100 g mięśnia LL po obróbce termicznej (dla wyróżnionych grup osób) dostarczała średnio o 8% więcej zalecanej dziennej normy na Zn, o 4% na Fe i o 1,7% na Cu w porównaniu z mięśniem ST. Przyjmując, iż „bogate źródło” danego składnika odżywczego to porcja żywności dostarczająca 50% RDA, a „źródło” przynajmniej 15% RDA należy stwierdzić, że analizowane mięśnie LL i ST dla ocenianej populacji były przede wszystkim „bogatym źródłem” Zn oraz „źródłem” Fe, a dla dzieci również „źródłem” K, Mg i Cu.

2. Właściwości technologiczne mięsa ocenianych buhajków

2.1. Podstawowe wskaźniki

Podstawowymi wskaźnikami jakości technologicznej mięsa są: stosunek zawartości wody (W) do zawartości białka (B) tzw. liczba Federa, charakteryzująca stopień uwodnienia białek mięśniowych oraz procentowy udział białek łącznotkankowych (kolagenu) w białku ogólnym (*share of collagen in total protein; C/P*)

Konsekwencją większej zawartości wody i mniejszej białka ogólnego w obu mięśniach buhajków rasy PC był również wyższy stopień uwodnienia białek mięśniowych (W/B), odpowiednio 3,55 w LL i 3,48 w ST (**0.4**). U pozostałych ocenianych ras wskaźnik W/B zwierzał się w przedziale 3,21-3,38 w LL oraz 3,29-3,42 w ST. W przypadku stosunku kolagenu do białka ogólnego jego istotnie najniższą wartość oznaczono w mięśniach buhajków rasy SIM (2,40 w LL - $P<0,05$ i 3,52 w ST - $P<0,01$). Należy zauważyć, że wartość tego wskaźnika w mięsie simentalerów była blisko 2 krotnie niższa niż u pozostałych ocenianych ras bydła. Najmniej korzystną proporcję C/P ($P<0,05$) odnotowano w mięsie buhajków rasy PHF (odpowiednio 4,43% w LL i 7,82% w ST).

2.2. Właściwości fizykochemiczne

Parametry fizykochemiczne są powszechnie wykorzystywane do oceny przydatności mięsa i produktów żywnościowych ze względu na szybkość i prostotę pomiaru. Do najczęściej wykorzystywanych (obiektywnych wskaźników instrumentalnych) należą: pH, przewodność elektryczna właściwa (EC), wodochłonność, siła cięcia (WBSF), jak również parametry barwy.

Zdaniem wielu autorów, rasa może być istotnym czynnikiem determinującym jakość mięsa wołowego. Związane jest to ze zmiennością genetyczną oraz typem użytkowym bydła (produkcja mleka lub/i mięsa).

W pierwszej pracy **O.1**, w której podjęto pilotażowe badania z tego zakresu, wstępnie scharakteryzowano właściwości fizykochemiczne mięsa buhajków ocenianych ras. Wykazano istotne ($P < 0,01$) zróżnicowanie pH mięsa w 2 i 7 dniu *post mortem* (*p.m.*). Wyższe pH stwierdzono w mięsie buhajków rasy PC 2 dnia *p.m.* w porównaniu do mięsa buhajków ras BG i PCB (odpowiednio 5,73 vs. 5,51 i 5,52), a w 7. dniu w porównaniu do wszystkich pozostałych ras (odpowiednio 5,79 vs. 5,57-5,62).

Przewodność elektryczna właściwa (EC) może pośrednio wskazywać na wielkość wycieku naturalnego (WN) soku mięśniowego. Tkanka mięśniowa o nienaruszonych błonach komórkowych wykazuje niską EC. Wartość EC natomiast wzrasta wraz ze zwiększaniem się ilości wolnej wody wewnątrz mięśnia, co związane jest ze zjawiskiem osłabienia błon strukturalnych w trakcie zaawansowanych przemian poubojowych. Istnieje więc możliwość wykorzystania tego parametru do oceny jakości mięsa i diagnozowania wad, zwłaszcza wodnistości. Istotnie ($P < 0,01$) największą EC i wielkość WN, zarówno w 2. (12,3 mS cm⁻¹ i 2,1%), jak i 7. (15,4 mS cm⁻¹ i 4,2%) dniu *p.m.* stwierdzono w mięsie buhajków rasy PCB w porównaniu do mięsa zwierząt pozostałych ras. Najmniejszą EC i WN stwierdzono natomiast w mięsie buhajków rasy PHF, odpowiednio w 2. dniu 6,5 mS cm⁻¹ i 1,2% oraz w 7. dniu 10,0 mS cm⁻¹ i 2,5%.

Najmniejszy wyciek termiczny (WT) 2. dnia *p.m.* stwierdzono w przypadku mięsa buhajków rasy PHF (26,9%), przy czym istotnie ($P < 0,05$) różnił się on jedynie od wielkości wycieku z mięsa zwierząt rasy SIM (30,5%). Z kolei 7. dnia *p.m.*, wykazano większe ubytki masy po obróbce termicznej z mięsa buhajków rasy SIM i PHF (31,6% i 31,8%) w porównaniu do 3 ras rodzimych (28,1-28,9%).

Najmniejszą siłę i energię cięcia stwierdzono w mięsie buhajków rasy PHF i PCB zarówno 2 (odpowiednio: 84,9 N i 0,31 J oraz 89,0 N i 0,34 J), jak i 7 dnia *p.m.* (odpowiednio: 58,8 N i

0,23 J oraz 58,3 N i 0,27 J). Najwyższe wartości tych parametrów stwierdzono 2 i 7 *p.m.* w mięsie buhajków BG (odpowiednio: 108,9 N i 0,39 J oraz 73,4 N i 0,33 J)

Wykazano istotny wpływ rasy buhajków na zawartość barwników hemowych i parametry barwy mięsa. Istotnie ($P < 0,01$) niższą koncentrację barwników hemowych oznaczono w mięsie buhajków rasy PHF i SIM (odpowiednio: 133 i 149 ppm) w porównaniu z mięsem zwierząt rasy PCB (179 ppm). Mniejsza koncentracja barwników mięśniowych mogła wpłynąć na istotnie ($P < 0,01$) większą jasność mięsa buhajków rasy PHF i SIM zarówno 2. dnia *p.m.* (odpowiednio $L^* = 40,8$ i $42,8$), jak i 7. dnia *p.m.* (odpowiednio $L^* = 41,9$ i $42,9$). W przypadku rasy PHF stwierdzono także istotnie ($P < 0,01$) najniższy udział barwy czerwonej w kolejnych dniach oznaczeń (odpowiednio $a^* = 21,4$ i $21,5$). Należy również podkreślić, że mięso buhajków rasy PC charakteryzowało się 2. i 7. dnia *p.m.* istotnie ($P < 0,01$) największym udziałem barwy czerwonej (odpowiednio $a^* = 24,8$ i $27,1$) i najmniejszym udziałem barwy żółtej (odpowiednio $b^* = 0,9$ i $2,6$), co wyraźnie odróżniała mięso zwierząt tej rasy od mięsa buhajków pozostałych ras. Mogło to być również pośrednio związane z wysokim pH tkanki mięśniowej lub z mniejszą zawartością tłuszczu śródmięśniowego (marmurkowatością) w mięsie zwierząt tej rasy. Największą stabilność oksydacyjną tłuszczu śródmięśniowego (najniższa wartość TBARS) stwierdzono 2. i 7. dnia *p.m.* w mięsie buhajków rasy SIM ($0,24$ i $0,25$ mg MDA kg^{-1}) i rodzimej rasy PC ($0,24$ i $0,27$ mg MDA kg^{-1}). Natomiast istotnie najmniejszą stabilnością oksydacyjną charakteryzowało się mięso buhajków rasy PHF ($0,53$ i $0,79$ mg MDA kg^{-1}).

Powyższe, wstępne wyniki badań wskazywały na relatywnie dobrą jakość mięsa buhajków ras rodzimych. W związku z powyższym zaplanowano kolejne doświadczenie mające na celu ocenę przydatności tego surowca do produkcji wołowiny kulinarnej, określając wpływ 14 dniowego okresu dojrzewania w warunkach chłodniczych (praca **O.6.**).

2.3. Wpływ czasu dojrzewania na właściwości fizykochemiczne *mięśnia longissimus lumborum* buhajków ocenianych ras

Jednym z najważniejszych wyróżników przy ocenie jakości mięsa jest pH, które wpływa na wiele cech technologicznych oraz jakościowych wołowiny, m.in. kruchość, wodochłonność, barwę, smak czy trwałość.

Uzyskane w badaniach własnych wyniki pomiarów pH wskazywały na prawidłowy (typowy dla mięsa normalnego) przebieg przemian poubojowych mięśnia LL wszystkich pięciu ocenianych ras (**O.6.**). Początkowo, w ciągu pierwszych 48h po uboju obserwowano spadek pH, a następnie (w większości przypadków) w kolejnych dniach *post mortem* jego

nieznaczny wzrost. Przyjmuje się, że pH wołowiny przeznaczonej do produkcji mięsa kulinarnego określane w fazie pełnego rozwoju *rigor mortis* (zwykle po 48h od uboju, tzw. pH końcowe) nie powinno być wyższe niż 5,8. U wszystkich ocenianych ras wartość tego parametru wahała się od 5,51 do 5,72 ($P > 0,01$). Najwyższe pH w trakcie całego 14-dniowego okresu dojrzewania poubojowego stwierdzono w LL buhajków rasy PC.

Analizując zmiany przewodności elektrycznej właściwej (EC) mięśnia LL w okresie jego chłodniczego przechowywania wykazano jej wzrost, średnio z $3,81 \text{ mS cm}^{-1}$ po 45 min. do $12,70 \text{ mS cm}^{-1}$ w 14. dniu dojrzewania ($P < 0,01$). Wykazano istotny ($P < 0,0001$) wpływ rasy na EC mięśnia LL. Mięso buhajków rasy SIM, w porównaniu do pozostałych ras, charakteryzowało się istotnie ($P < 0,01$) najwyższą przewodnością elektryczną mierzoną 45 min. *p. m.*, natomiast buhajków rasy PCB najwyższą EC mierzoną po 24h ($P < 0,01$) i 48h (w odniesieniu do rasy PC i BG, $P < 0,01$) oraz 7 dniach (w odniesieniu do rasy BG, $P < 0,01$). W 14. dniu dojrzewania poubojowego najwyższą przewodność elektryczną stwierdzono w LL buhajków rasy PHF. W odniesieniu do rasy PC wykazane różnice okazały się statystycznie istotne ($P < 0,01$)

Woda jako jeden z podstawowych składników mięsa odgrywa istotną rolę w procesie obróbki kulinarnej. Zdolność jej zatrzymywania przez tkankę mięśniową jest ważnym wskaźnikiem przydatności technologicznej. Wykazano istotny ($P < 0,001$) wpływ rasy na wszystkie oceniane parametry wodochłonności. W przypadku wycieku naturalnego oraz ilości wody wolnej (G-H) również na istotny wpływ czasu dojrzewania ($P < 0,0001$). Wystąpiła także istotna interakcja tych dwóch czynników (odpowiednio: $P < 0,05$ i $P < 0,001$).

W 2. i 7. dniu dojrzewania nie wykazano istotnych różnic w wycieku naturalnym pomiędzy ocenianymi rasami bydła. Natomiast w ostatnim, 14. dniu mięsień LL buhajków rasy SIM oraz PC charakteryzował się istotnie ($P < 0,01$) większym ubytkiem naturalnym w porównaniu do rasy BG, PCB i PHF. Zasadniczo wyciek naturalny spowodowany jest translokacją płynów z przestrzeni wewnątrz- i międzykomórkowej tkanki mięśniowej, co związane jest z osłabieniem błon komórkowych oraz zmniejszeniem objętości miofibrili w fazie *rigor*. Generalnie wraz z wydłużaniem okresu dojrzewania wołowiny wyciek naturalny zwiększał się. W 14. dniu *p.m.* w porównaniu do 2. dnia, był on średnio ponad 3-krotnie większy.

Czas dojrzewania nie wpływał istotnie na wielkość wycieku termicznego z mięsa, który zawierał się w przedziale 27-28%. Wskazuje się, że na starty związane z obróbką termiczną większy wpływ wywiera temperatura mięśni w fazie *pre-rigor* i długość sarkomerów niż sam czas poubojowego dojrzewania. Największy wyciek termiczny (ok. 31%) w trakcie całego

okresu dojrzewania, wykazano w 7. dniu *p. m.* w LL buhajków rasy PHF i SIM. Generalnie istotne ($P < 0,05$) różnice międzyrasowe dla wycieku termicznego stwierdzono w 2. i 7. dniu *p. m.*, natomiast w 14. dniu obserwowano już bardziej jednorodne wyniki (27,79-29,20%; $P > 0,05$).

Obserwowano istotną poprawę wodochłonności (G-H) w trakcie dojrzewania mięsa, tzn. zmniejszenie ilości wody wolnej, (w porównaniu do 2. dnia *p. m.*) przeciętnie o 6,79 mg w 7. dniu i 13,41 mg w 14. dniu. Istotnie ($P < 0,01$) największą ilość wody wolnej w 2. dniu chłodniczego przechowywania stwierdzono w LL buhajków rasy SIM, natomiast w 7. i 14. dniu u buhajków rasy polskiej czerwonej ($P < 0,01$)

Spośród głównych wyróżników tekstury mięsa kruchość uznawana jest w opinii konsumentów za najważniejszy element oceny jakości konsumpcyjnej, decydujący o satysfakcji ze spożycia. Najczęściej stosowaną obiektywną metodą oceny kruchości wołowiny dającą przy tym najwyższą korelację z doustną oceną konsumentką jest instrumentalny pomiar siły cięcia w teście szerometrycznym z wykorzystaniem noża (V-blade) Warnera-Bratzler (WBSF)

Wykazano istotne ($P < 0,05$) zróżnicowanie siły i energii cięcia LL buhajków ocenianych ras w 2. i 7. dniu *p. m.*, a najniższe wartości dla tych parametrów oznaczono w LL rasy PHF i PCB. W ostatnim, 14. dniu dojrzewania wyniki były już bardziej jednorodne i statystycznie nieistotne. Warto zaznaczyć, że przeciętny spadek WBSF w trakcie 14-dniowego przechowywania chłodniczego mięśnia LL wyniósł 42%.

Barwa mięsa surowego jest pierwszym wrażeniem odbieranym przez konsumentów w momencie podejmowania decyzji zakupowej. Należy do najważniejszych wyróżników, na podstawie którego konsumenci wnioskuje o jego jakości i świeżości. Jest ona jednak słabo powiązana z przyjemnością odczuwaną w trakcie finalnej konsumpcji mięsa.

Wykazano istotny wpływ rasy buhajków na zawartość barwników hemowych i parametry barwy mięśnia LL. Istotnie ($P < 0,01$) niższą (przeciętnie o 35 ppm) w porównaniu do ras rodzimych (PC, BG, PCB) koncentrację barwników hemowych oznaczono w mięśniu buhajków rasy PHF. Mniejsza koncentracja barwników mięśniowych najprawdopodobniej wpłynęła również na istotnie ($P < 0,01$) niższy udział barwy czerwonej (a^*) 2. i 7. dnia *p. m.* w mięśniu buhajków tej rasy. Mięso buhajków stanowiących grupę odniesienia (PHF i SIM) było jaśniejsze (L^*), a wykazane różnice w 2. i 7. dniu dojrzewania w odniesieniu do LL buhajków rasy BG i PCB okazały się statystycznie istotne ($P < 0,01$). W 14. dniu *p. m.* wykazano większą jasność (L^*) mięśnia LL buhajków rasy SIM ($P < 0,01$), w porównaniu do

BG, PCB i PHF. W trakcie chłodniczego dojrzewania mięsa obserwowano tendencję wzrostową wartości L^* ($P>0,5$) oraz istotnie wyższe wartości ($P<0,01$) parametrów a^* i b^*

Istotnie ($P<0,01$) niższą, w porównaniu do pozostałych ocenianych ras, stabilność oksydacyjną (wyrażoną wyższą wartością wskaźnika TBARS) wykazano w LL buhajków rasy PHF w 2. i 7. dniu *p. m.*, a w 14. dniu wraz z LL buhajków rasy BG - w odniesieniu do polskiej czarno-białej, polskiej czerwonej i simentalskiej - $P<0,05$. Wskaźnik TBARS pomimo małej specyficzności jest jednym z najpowszechniej stosowanych w celu określenia stopnia utlenienia lipidów mięśniowych. TBARS jest miarą wtórnych produktów utleniania lipidów, głównie aldehydów (jak np. aldehyd malonowy - MDA), ale również związków karbonylowych czy węglowodorów, które przyczyniają się do powstawania niepożądanego zapachu i smaku mięsa. Wszystkie oznaczone wartości TBARS w badaniach własnych były niższe od poziomu progowego (wynoszącego 1 mg MDA/kg) wskazującego na występowanie odchyień zapachowych związanych z jęłczeniem oksydacyjnym. Czas dojrzewania nie wpływał istotnie ($P>0,1$) na wartość TBARS, co świadczy o właściwych warunkach dojrzewania chłodniczego oraz ochronnej roli pakowania próżniowego.

WNIOSKI

Zawarte w 6 publikacjach z lat 2014-2017 wyniki badań upoważniają do przedstawienia następujących wniosków:

1. Rasa buhajków była istotnym czynnikiem warunkującym wartość odżywczą i właściwości fizykochemiczne mięsa.
2. Mięso bydła ras rodzimych, w porównaniu do mięsa buhajków rasy PHF i SIM, zawierało mniej kwasów tłuszczowych nasyconych i więcej jednonienasyconych. Charakteryzowało się również niższą proporcją kwasów n6/n3 oraz korzystniejszymi wartościami indeksów – aterogennego, trombogennego i h/H. Istotnie najkorzystniejsze właściwości prozdrowotne, wykazywał tłuszcz śródmięśniowy zwierząt rasy PC i BG.
3. Mięso buhajków rasy PHF w porównaniu do mięsa zwierząt pozostałych czterech ras zawierało mniejszą ilość makroelementów (K, Mg i Ca) oraz większą mikroelementów (Zn i Mn). Niezależnie od wykazanych różnic mięso pięciu ocenianych ras bydła jest wartościowym surowcem zawierającym pożądaną z żywieniowego punktu widzenia ilość składników mineralnych, zwłaszcza Zn, Fe, Mg, Cu, K
4. Uwzględnienie w diecie populacji polskiej (osób dorosłych i dzieci) mięsa wołowego z ocenianych ras bydła może stanowić znaczące źródło zaopatrzenia organizmu w Zn i Fe

(>15% RDA), a u dzieci również w K, Mg i Cu, umożliwiając tym samym pełniejszą realizację norm żywienia na wymienione pierwiastki.

5. W ocenie jakości fizykochemicznej (pH, barwa, wodochłonność, WBSF, TBARS) i parametrów technologicznych (wskaźnik W/B oraz C/P), mięso buhajków ras rodzimych przyjmowało wartości pośrednie pomiędzy bydłem holsztyńsko-fryzyjskim (typ mleczny) i rasą simentalską (typ ogólnoużytkowy o dobrze zaznaczonych cechach mięsnych).
6. Istotnie odmienna charakterystyka barwy mięsa buhajków rasy PC może być związana z innym pochodzeniem filogenetycznym tej rasy. Wykazano jednocześnie duże podobieństwo cech fizykochemicznych u ras BG i PCB.
7. W żadnej z analizowanych prób mięsa nie stwierdzono odchyleń jakościowych (np. syndromu DFD), co świadczy o dobrej przydatności ocenianego surowca do produkcji wołowiny kulinarnej.
8. Dłuższy czas dojrzewania wołowiny w warunkach próżniowych korzystnie wpływał na atrakcyjność wizualną (barwę) i sensoryczną (kruchość) mięsa oraz jego wyróżniki technologiczne (pH, zdolność utrzymywania wody własnej i wyciek termiczny). Proces dojrzewania jednocześnie przyczyniał się do eliminowania międzyrasowych różnic w jakości surowca, pozwalając uzyskać bardziej jednorodny produkt.
9. Pozyskiwany surowiec (mięso) od rodzimych ras zwierząt utrzymywanych w systemie niskonakładowym, ze względu na wysoką wartość odżywczą i relatywnie dobrą przydatność do produkcji wołowiny kulinarnej, powinien stać się w najbliższym czasie przedmiotem szerszego zainteresowania zarówno ze strony konsumentów, restauratorów jak i przetwórców.

PIŚMIENNICTWO

1. Alfaia C. M. M., Ribeiro V. S. S., Lourenc M. R. A., Quaresma M. A. G., Martins S. I. V., Portugal A. P. V. i wsp.: Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. *Meat Sci.* 2006, 72, 425-436.
2. Bispo E., Moreno T., Latorre A., González L., Herradón P. G., Franco D., Monserrat L.: Effect of weaning status on lipids of Galician Blond veal: Total fatty acids and 18:1 cis and trans isomers. *Meat Sci.* 2010, 86, 357-363.
3. Costa P., Roseiro L. C., Partidário A., Alves V., Bessa R. J. B., Calkins C. R., Santos C.: Influence of slaughter season and sex on fatty acid composition, cholesterol and α -tocopherol contents on different muscles of Barrosã-PDO veal. *Meat Sci.* 2006, 72, 130-139.

4. Descalzo A. M., Sancho A. M.: A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Sci.* 2008, 79, 423-436.
5. Destefanis G., Brugiapaglia A., Barge M. T., Dal Molin E.: Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Sci.* 2008, 78, 153-156.
6. Domaradzki P., Litwińczuk Z., Florek M., Litwińczuk A.: Zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięsa wołowego w zależności od warunków jego dojrzewania. *Żywność. Nauka. Technologia, Jakość.* 2016, 3, 35-53.
7. Folch J. M., Lees M., Sloane-Stanley G. H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 1957, 226, 497-509.
8. Franco D., Bispo E., González L., Vázquez J. A., Moreno T.: Effect of finishing and aging time on quality attributes of loin from the meat of Holstein-Friesian cull cows. *Meat Sci.* 2009, 83, 484-491.
9. Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaft.* 1953, 40, 29.
10. Hiemstra S. J., de Haas Y., Mäki-Tanila A., Gandini G.: Local Cattle Breeds in Europe. Development of Policies and Strategies for Self-Sustaining Breeds. Wageningen Academic Publishers, Wageningen 2010.
11. Hocquette J.-F., Jacquet A., Giraud G., Legrand I., Sans P., Mainsant P., Verbeke W.: Quality of Food Products and Consumer Attitudes in France, [w:] Klopčič M., Kuipers A., Hocquette J.-F.: Consumer attitudes to food quality products. Emphasis on Southern Europe. EAAP publication No. 133. Wageningen Academic Publishers 2013, s. 67-82.
12. Honikel K. O.: Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. *Meat Sci.* 1998, 49, 447-457.
13. Horcada-Ibáñez A., Polvillo-Polo O., Lafuente-García A., González-Redondo P., Molina-Alcalá A., Luque-Moya A.: Beef quality of native Pajuna breed calves in two production systems. *Agrociencia* 2016, 50, 167-182.
14. Hornsey H. C.: The colour of cooked cured pork I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.* 1956, 7, 534-540.
15. Insausti K., Beriain M. J., Purroy A., Alberti P., Gorraiz C., Alzueta M. J.: Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Sci.* 2001, 57, 273-281.
16. Litwińczuk Z., Domaradzki P., Florek M., Żółkiewski P.: Chemical composition, fatty acid profile, including health indices of intramuscular fat, and technological suitability of the meat of young bulls of three breeds included in a genetic resources conservation programme, fattened in a low-input system. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 2016, 34, 387-397.
17. Litwińczuk Z., Domaradzki P., Grodzicki T., Litwińczuk A., Florek M.: The relationship of fatty acid composition and cholesterol content with intramuscular fat content and marbling in the meat of Polish Holstein-Friesian cattle from semi-intensive farming. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 2015, 33, 119-128.
18. Litwińczuk Z., Florek M., Domaradzki P., Żółkiewski P.: Właściwości fizykochemiczne mięsa buhajków trzech rodzimych ras – polskiej czerwonej, biało-żółtej i polskiej czarno-białej oraz simentalskiej i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2014, 5, 53-62.
19. Litwińczuk Z.: Ochrona zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich i dziko żyjących. PWRiL, Warszawa 2011.
20. Lombardi-Boccia G., Lanzi S., Aguzzi A.: Aspects of meat quality: Trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. *J. Food Compos. Anal.* 2005, 18(1), 39-46.

21. Lyford C., Thompson J., Polkinghorne R., Miller M., Nishimura T., Neath K., Allen P., Belasco E.: Is willingness to pay (WTP) for beef quality grades affected by consumer demographics and meat consumption preferences? *Australas. Agribus. Rev.* 2010, 18, 1-17.
22. Marino R., Albenzio M., Caroprese M., Napolitano F., Santillo A., Braghieri A.: Effect of grazing and dietary protein on eating quality of Podolian beef. *J. Anim. Sci.* 2011, 89, 3752-3758.
23. Martyniuk E.: *Ochrona zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich.* MRiRW, Warszawa 2010.
24. McAfee A. J., McSorley E. M., Cuskelly G. J., Moss B. W., Wallace J. M. W., Bonham M. P., Fearon A. M.: Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Sci.* 2010, 84, 1-13.
25. Monteiro A. C. G., Fontes M. A., Bessa R. J. B., Prates J. A., M., Lemos J. P. C.: Intramuscular lipids of Mertolenga-PDO beef, Mertolenga-PDO veal and “Vitela Tradicional do Montado”-PGI veal. *Food Chem.* 2012, 132, 1486-1494.
26. Orellana C., Peña F., Garcia A., Perea J., Martos J., Domenech V., Acero R.: Carcass characteristics, fatty acids composition, and meat quality of Cirollo Argentino and Bradford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat Sci.* 2009, 81, 57-64.
27. Purchas R. W., Simcock D. C., Knight T. W., Wilkinson B. H.: Variation in the form of iron in beef and lamb meat and losses of iron during cooking and storage. *Int J. Food Sci. Tech.* 2003, 38, 827-837.
28. Razminowicz R. H., Kreuzer M., Scheeder M. R. L.: Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Sci.* 2006, 73, 351-361.
29. Resconi V. C., Campo M. M., Font i Furnols M., Montossi F., Sañudo C.: Sensory quality of beef from different finishing diets. *Meat Sci.*, 2010, 86, 865-869.
30. Resurreccion A. V. A.: Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Sci.* 2004, 66, 11-20.
31. Revilla I., Vivar-Quintana A. M.: Effect of breed and ageing time on meat quality and sensory attributes of veal calves of the “Ternera de Aliste” Quality Label. *Meat Sci.* 2006, 73, 189-196.
32. Ripoll G., Albertí P., Casasús I., Blanco M.: Instrumental meat quality of veal calves reared under three management systems and color evolution of meat stored in three packaging systems. *Meat Sci.* 2013, 93, 336-343.
33. Santé-Lhoutellie V., Gatellier P., Fiot I., Durand D., Micol D., Picard B.: Specific features of muscles and meat from ‘AOC’ guaranteed-origin Taureau de Camargue beef cattle. *Livest. Sci.* 2010, 129, 31-37.
34. Schor A., Cossu M. E., Picallo A., Martínez Ferrer J., Grigera Naón J. J., Colombatto D.: Nutritional and eating quality of Argentinean beef: A review. *Meat Sci.* 2008, 79, 408-422.
35. Scollan N. D., Dannenberger D., Nuernberg K., Richardson I., MacKintosh S., Hocquette J.-F., Moloney A. P.: Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 2014, 97, 384-394.
36. Sepúlveda W., Maza M. T., Mantecón A. R.: Factors that affect and motivate the purchase of quality-labelled beef in Spain. *Meat Sci.* 2008, 80, 1282-1289.
37. Sierra V., Guerrero L., Fernández-Suárez V., Martínez A., Castro P., Osoro K., Rodríguez-Colunga M. J., Coto-Montes A., Oliván M.: Eating quality of beef from biotypes included in the PGI “Ternera Asturiana” showing distinct physicochemical characteristics and tenderization pattern. *Meat Sci.* 2010, 86, 343-351.

38. Ulbricht T. L., Southgate D. A. T.: Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet* 1991, 338, 985-992.
39. Verbeke W., Van Wezemael L., de Barcellos M. D., Kugler J. O., Hocquette J. F., Ueland O., Grunert K. G.: European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee. Insights from a qualitative study in four EU countries. *Appetite* 2010, 54, 289-296.
40. Vieira C., Diaz M. T., Martínez B., García-Cachán M. D.: Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. *Meat Sci.* 2009, 83, 398-404.
41. Vitale M., Pérez-Juan M., Lloret E., Arnau J., Realini C. E.: Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Sci.* 2014, 96, 270-277.
42. Warner R. D., Greenwood P. L., Pethick D. W., Ferguson D. M.: Genetic and environmental effects on meat quality. Review. *Meat Sci.* 2010, 86, 171-183.
43. Węglarz A.: Effect of pre-slaughter housing of different cattle categories on beef quality. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 2011, 1, 43-52.
44. Witte V. C., Krause G. F., Bailey M. E.: A New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 1970, 35, 582-585.
45. Wyness L., Weichselbaum E., O'Connor A., Williams E.B., Benelam B., Riley H., Stanner S.: Red meat in the diet: an update. *Nutr. Bull.* 2011, 36, 34-77.
46. Zander K. K., Signorello G., De Salvo M., Gandini G., Drucker A. G.: Assessing the total economic value of threatened livestock breeds in Italy: Implications for conservation policy. *Ecol. Econ.* 2013, 93, 219-229.

III. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO BADAWCZYCH

Działalność naukowa

Działalność naukową rozpocząłem w 2005 roku w Katedrze Biotechnologii, Żywienia Człowieka i Towaroznawstwa Żywności na Wydziale Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, gdzie pod kierunkiem dr inż. Agnieszki Malik realizowałem swoją pracę magisterską nt. „Produkty z marchwi dostępne na rynku jako potencjalne źródło związków o działaniu prozdrowotnym”. Problematyka badawcza związana bezpośrednio z wykonywaną pracą dotyczyła oznaczania zawartości związków bioaktywnych w przetworach z marchwi dostępnych w handlu detalicznym. Z tego okresu pochodzą 2 prace (A.1.3. i A.1.10.), w których wykazano, że produkty z marchwi, zwłaszcza marchew konserwowa oraz przeciery dla dzieci, były dobrym źródłem β -karotenu (A.1.3.) Spośród oznaczanych kwasów fenolowych w sokach marchwiowych dominujący był kwas 3-hydroksybenzoesowy, zaś w soku ze świeżo przetartej marchwi odmiany Karotan, kwas chlorogenowy (A.1.10.). Z uwagi na niską zawartość witaminy C, wzbogacanie produktów z marchwi w kwas askorbinowy i inne witaminy znacznie podnosi ich wartość odżywczą (A.1.3.), jak również zwiększa ogólny potencjał przeciwutleniający (A.1.10.).

Bezpośrednio po ukończeniu studiów magisterskich (w 2007 r.) rozpocząłem studia doktoranckie w Katedrze Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych na Wydziale Biologii i Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. W kolejnych latach moje zainteresowania naukowe związane były z badaniami realizowanymi w macierzystej Katedrze z zakresu oceny jakości surowców, produktów i przetworów pochodzenia zwierzęcego. W tym okresie podjąłem prace eksperymentalne dotyczące wpływu czasu dojrzewania (w okresie 12 dniowego przechowywania próżniowego) oraz wieku (kategorii), płci, typu użytkowego i rasy zwierząt na właściwości fizykochemiczne, sensoryczne oraz parametry tekstury mięsa wołowego, które stanowiły podstawę rozprawy doktorskiej. Główne rezultaty związane z dysertacją doktorską zostały przedstawione w pracy opublikowanej w *Rocznikach Naukowych Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* już po uzyskaniu przeze mnie stopnia naukowego doktora (skrót doktoratu).

Moja dotychczasowa 12-letnia działalność naukowa skupiała się głównie wokół zagadnień związanych z jakością mięsa pozyskiwanego od różnych gatunków zwierząt. Obejmowała ona problematykę dotyczącą wpływu różnych czynników na jego właściwości fizykochemiczne, cechy tekstury, przydatność technologiczną i kulinarną oraz wartość

odżywczą, w tym zawartość substancji biologicznie czynnych. W obrębie badań z tego zakresu wyróżnić można 3 wiodące problemy:

1. Wpływ wybranych czynników przyżyciowych i poubojowych na wartość rzeźną bydła i jakość kulinarnego mięsa wołowego

1.1. Wartość rzeźna buhajków różnych ras

1.2. Właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa wołowego i cielęcego

1.3. Produkcja mięsa kulinarnego w oparciu o cielęta ras mięsnych odchowywane z matkami na pastwisku

2. Towaroznawcza ocena przetworów mięsnych

3. Jakość mięsa zwierząt wolno żyjących

1. Wpływ wybranych czynników przyżyciowych i poubojowych na wartość rzeźną bydła i jakość kulinarnego mięsa wołowego

Publikacje w zakresie tej problematyki stanowią znaczącą część mojej aktywności naukowej. Prowadzone w tym obszarze badania oraz zdobyte doświadczenie były inspiracją do przygotowania 3 opracowań przeglądowych (2 artykułów oraz rozdziału w monografii – **B.1.7.**, **B.1.15.** oraz **B.2.3.**), w których przedstawiono najważniejsze uwarunkowania jakości wołowiny kulinarnej, omówiono czynniki przed- i poubojowe oraz warunkowane naturalnymi różnicami między mięśniami. Zwrócono szczególną uwagę na takie parametry jakościowe wołowiny jak kruchość, smakowitość oraz barwę. Przedstawiono najważniejsze etapy produkcji kulinarnego mięsa wołowego oraz wytyczne dla konsumenckiej obróbki kulinarnej.

1.1. Wartość rzeźna buhajków różnych ras

Zasadniczym celem opasu młodego bydła rzeźnego jest produkcja mięsa kulinarnego. Jakkolwiek najwyższą wydajność oraz najlepsze jakościowo mięso pozyskuje się od bydła ras mięsnych, to zwierzęta te powinny być utrzymywane w warunkach obfitego żywienia, a więc w opasie intensywnym. Najpopularniejszym jednak systemem opasu młodego bydła rzeźnego w Polsce jest opas półintensywny, a często również ekstensywny. Do tego opasu nadają się zwierzęta w typie kombinowanym, do którego zalicza się bydło ras rodzimych m.in. polskiej czarno-białej i białogrzbietej.

W pierwszej pracy z tego zakresu (**A.1.5.**) oceniano wartości rzeźną oraz właściwości fizykochemicznych mięśni szkieletowych krajowych buhajków czarno-białych i mieszańców

towarowych po buhajach rasy limousine. Stwierdzono, że mieszańce towarowe po buhajach rasy limousine miały wyższą masę ciała przed ubojem, większą masę tuszy ciepłej oraz wyższą wydajność rzeźną ciepłą. Ocena tusz w systemie EUROP wykazała lepsze uformowanie i mniejsze otłuszczenie u mieszańców towarowych. Mięśnie tej grupy zwierząt charakteryzowały się korzystniejszym składem chemicznym (niższa zawartość wody oraz wyższa białka i składników mineralnych). Analiza zmian pH mięśni wykazała prawidłowy jego przebieg na przestrzeni 48 godzin w obu grupach genetycznych. Mięśnie buhajków czarno-białych były ciemniejsze i miały większy udział barwy czerwonej (a^*).

Celem pracy **A.1.9. (IF=0,420)** było porównanie wartości rzeźnej buhajków dwóch ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych tzn. polskiej czarno-białej i białogrzbietej z buhajkami rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej (typ mleczny) i limousine (typ mięsny). W przypadku bydła białogrzbietego była to pierwsza publikacja w kilkusetletniej historii jego hodowli w Polsce, oceniająca cechy użytkowości mięsnej. Stwierdzono, że populacja bydła BG i PCB reprezentuje pożądaną w programie ochrony zasobów genetycznych kombinowany typ użytkowy. Uzyskane wskaźniki dla analizowanych cech wartości rzeźnej buhajków rasy PCB i BG przyjmowały wartości pośrednie pomiędzy bydlęciem PHF (typ mleczny) i rasą LIM (typ mięsny). Zbliżone były jednak bardziej do rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej.

W kolejnej pracy z tego zakresu (**B.1.1., IF=0,613**), wykazano, że buhajki 3 rodzimych ras tzn. PC, BG i PCB, stanowią dobry materiał do opasu półintensywnego w oparciu o pasze z trwałych użytków zielonych, uzyskując przyrosty dobowe od 0,8 do 0,9 kg. Ich tusze były stosunkowo dobrze uformowane i mało otłuszczone.

1.2. Właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa wołowego i cielęcego

W pracy **B.1.2. (IF=0,623)** badano związek profilu kwasów tłuszczowych i zawartości cholesterolu z zawartością tłuszczu śródmięśniowego i marmurkowatością w mięsie różnych kategorii bydła rasy PHF utrzymywanego w systemie półintensywnym. Wykazano istotny wpływ kategorii na zawartość wszystkich analizowanych kwasów tłuszczowych (z wyjątkiem C20:1c11 i CLA), wzajemne ich proporcje oraz zawartość cholesterolu ogólnego. Ponadto wystąpiła istotna interakcja kategoria bydła x rodzaj mięśnia dla udziału kwasów SFA i UFA, oraz proporcji UFA/SFA i MUFA/SFA. Istotnie najwyższą zawartość cholesterolu wykazano w mięśniach krów, a najniższą u cieląt. Potwierdzono istotne współzależności pomiędzy zawartością tłuszczu śródmięśniowego i stopniem marmurkowatości z udziałem niektórych kwasów tłuszczowych i zawartością cholesterolu. Uzyskane współzależności wskazują, że

marmurkowość może być użytecznym wskaźnikiem na podstawie, którego można wnioskować o poziomie cholesterolu i udziale niektórych kwasów tłuszczowych w mięsie wołowym.

W obrębie tego obszaru analizowałem również związek kolagenu z właściwościami technologicznymi mięsa cieląt mlecznych w wieku do 8 tygodni (A.1.4., IF=0,157). Wykazano, że kolagen jako podstawowy składnik tkanki łącznej ocenianych mięśni cieląt, mimo niewielkiej zawartości (0,95-1,20%) istotnie determinował niektóre parametry technologiczne mięsa, kształtując jego końcową jakość. Mięsień ST w porównaniu z LL zawierał istotnie więcej białka kolagenowego i wody, jak również był bardziej kruchy, co potwierdzono zarówno w ocenie sensorycznej, jak i instrumentalnie. Zawartość kolagenu ogólnego w obu mięśniach była ujemnie skorelowana z zawartością tłuszczu. Stwierdzono odwrotne zależności dla dwóch typów ocenianych mięśni szkieletowych tzn. istotnie ujemną korelację pomiędzy zawartością kolagenu w LL oraz siłą cięcia, natomiast w przypadku ST zależność ta okazała się istotnie dodatnia. W kolejnej pracy z tego zakresu (A.1.13.) porównywano zawartość kolagenu ogólnego i jego frakcji rozpuszczalnej w mięśniach LL i ST bydła rasy PHF, zarówno surowych jak i poddanych obróbce termicznej. Istotnie największą zawartość kolagenu rozpuszczalnego w mięśniach surowych i poddanych obróbce cieplnej stwierdzono u cieląt, natomiast istotnie najmniej kolagenu u krów (<20%), przy czym mięso tej kategorii było najmniej kruche. Stwierdzono istotną ujemną korelację pomiędzy udziałem kolagenu rozpuszczalnego a siłą cięcia mięsa surowego ($r=-0,55$) oraz poddanego obróbce termicznej ($r=-0,40$).

W literaturze krajowej jest mało danych na temat wartości rzeźnej i jakości mięsa cieląt z chowu masowego, z których pozyskuje się mięso na rynek krajowy. W związku z powyższym podjęto badania, których celem była ocena wpływu rasy cieląt na wcześniej wspomniane parametry (A.1.2). Badaniami objęto cztery grupy rasowe cieląt tj. polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czarno-białej i czerwono-białej (PHF) oraz polska czerwona (PC) i simentaler (SIM). Najjaśniejsze (najwyższa wartość L^* i najniższa a^* dla mięśni powierzchniowych udźca, brzucha i karku) okazały się tusze cieląt rasy SIM i PC, najciemniejsze natomiast – tusze obu odmian rasy PHF. Proces poubojowej glikolizy przebiegał prawidłowo w obu mięśniach zwierząt wszystkich ocenianych ras. Najniższą wartość EC po 48 godz. oraz jednocześnie najniższy wyciek naturalny stwierdzono w przypadku mięśnia LL cieląt rasy simentalerskiej. Podobną zależność stwierdzono dla rasy PC w odniesieniu do m. półbłoniastego. Najniższym ubytkiem termicznym odznaczał się mięsień LL rasy SIM, a m. półbłoniasty rasy PC. Najmniejszą siłą cięcia oznaczono w przypadku

mięśni cieląt rasy SIM, przy czym dla m. półbłoniastego okazały się one statystycznie istotne ($P < 0,05$). Najmniej kruche było mięso obu odmian rasy PHF. Przy zbliżonej wydajności poubojowej tusze cieląt rasy SIM i PC były jaśniejsze, a mięso zwierząt tych ras w porównaniu z dwoma odmianami rasy PHF charakteryzowało się mniejszym wyciekami naturalnym i termicznym oraz lepszą kruchością. W obrębie tego zagadnienia opublikowano również pracę przeglądową (A.1.11.), będącą podsumowaniem wieloletnich badań realizowanych w macierzystej Katedrze, które dotyczyły wartości rzeźnej cieląt mlecznych i odsadków ras mięsnych w wieku 6-8 m-cy.

Problematykę dotyczącą wpływu dojrzewania mięsa w kontrolowanych warunkach na zmianę wyróżników fizykochemicznych i sensorycznych podejmowano w kilku pracach badawczych. W pierwszej z nich (A.1.7., IF=0,155) analizowano wpływ przechowywania zamrażalniczego (przez 30 dni) na parametry tekstury i właściwości fizykochemiczne pakowanego próżniowo mięsa wołowego. Stwierdzono, że przechowywanie zamrażalnicze istotnie wpłynęło na wzrost przewodności elektrycznej właściwej, gumowatości i twardości oraz istotnie obniżyło sprężystość i siłę cięcia. Zaobserwowano również istotny wzrost udziału barwy żółtej (b^*). W kolejnej pracy (B.1.9.) badano w okresie 12-dniowego dojrzewania zmianę parametrów tekstury i cech sensorycznych dwóch mięśni szkieletowych (LL i ST) czterech kategorii bydła. Wykazano istotny wpływ kategorii bydła na siłę i energię cięcia, wartość indeksu miofibrylarnego (MFI) oraz właściwości sensoryczne mięsa. Wraz z wiekiem (dojrzałością) zwierząt ich mięśnie były mniej kruche, co wpływało na wyższą siłę i energię cięcia oraz niższą wartość MFI, jak również na niższe noty w ocenie sensorycznej. W okresie 12-dniowego dojrzewania poubojowego mięśni LL i ST wszystkich ocenianych kategorii bydła obserwowano istotne obniżenie siły i energii cięcia oraz wzrost wartości indeksu MFI, jak również istotną poprawę wyróżników sensorycznych.

Niższą siłę i energię cięcia oraz wyższą wartość MFI oznaczono w przypadku ST wszystkich ocenianych kategorii bydła w porównaniu z LL. Większa kruchość ST potwierdzona została również w ocenie sensorycznej, natomiast mięsień LL był wyżej oceniany za soczystość i smakowitość.

Spośród różnych właściwości mięsa wpływających na jego jakość, dla konsumenta najważniejsza jest kruchość. Proces tenderyzacji mięsa od dawna był przedmiotem szczególnego zainteresowania badaczy. Pomimo intensywnych badań złożona istota tego procesu wciąż nie została dokładnie poznana. W pracy przeglądowej opublikowanej w *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* (B.1.6.) dokonano syntezy kolejnych teorii (w ujęciu historycznym) dotyczących naturalnych procesów tenderyzacji mięsa po uboju,

skoncentrowanych na kluczowym wyróżniku sensorycznym jakim jest kruchość. W pracy przedstawiono główne teorie dotyczące mechanizmów tenderyzacji mięsa, zarówno nieenzymatyczne (wapniowa teoria kruszenia mięsa, wpływ ciśnienia osmotycznego), jak i enzymatyczne (procesy z udziałem proteolitycznych enzymów endogennych: kalpain i kalpastatyny, kaspaz, katepsyn, proteasomów, macierzy metaloproteaz). Dokonano ponadto omówienia potencjalnych markerów z różnych szlaków metabolicznych, biorących udział w kształtowaniu kruchości mięsa *post mortem*.

Aby mięso wołowe uzyskało wysoką wartość kulinarną wymagane jest podjęcie zabiegów, prowadzących przede wszystkim do wykształcenia pożądaných właściwości sensorycznych. Znaczącą poprawę cech jakościowych wołowina uzyskuje w trakcie odpowiednio długiego okresu dojrzewania, tj. naturalnego procesu zachodzącego po ustąpieniu fazy *rigor mortis*. W opublikowanej w *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* w 2016 r. pracy przeglądowej (B.1.8.) omówiono, na podstawie przedmiotowej literatury, zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięsa wołowego w zależności od stosowanych współcześnie na skalę przemysłową na świecie warunków jego dojrzewania oraz scharakteryzowano ich korzystny wpływ na cechy jakościowe mięsa (wodochłonność, kruchość i smakowitość). Oprócz bezsprzecznie pozytywnych aspektów związanych z poubojowym dojrzewaniem mięsa przedstawiono również procesy mogące negatywnie wpływać na końcową jego jakość, wynikającą przede wszystkim z oksydacji składników tkanki mięśniowej (lipidów, barwników i białek). Analiza dostępnej literatury pozwala na stwierdzenie, że kulinarne mięso wołowe osiąga pełnię swoich walorów sensorycznych w trzecim tygodniu dojrzewania w temp. 2÷4 °C.

1.3. Produkcja mięsa kulinarnego w oparciu o cielęta ras mięsnych odchowywane z matkami na pastwisku

Ważnym kierunkiem poznawczym w mojej działalności naukowej były badania z zakresu wartości rzeźnej, jak również jakości i wartości odżywczej mięsa cieląt rasy limousine odchowywanych z matkami na pastwisku do wieku 6, 7 lub 8 m-cy

Analizując wartość rzeźną ze względu na wiek cieląt tzn. do 6 m-cy (do 180 dni), ok. 7 m-cy (181-220 dni) i ok. 8 m-cy (221-245 dni), nie stwierdzono istotnego wpływu tego czynnika na wydajność poubojowa, która wahała się w zakresie od 61,0 do 63,3% (A.1.12., IF=0,086). Wiek cieląt nie różnicował także uformowania i otłuszczenia tuszy. Nie stwierdzono także istotnego wpływu masy ubojowej tj. do 250 kg, 251-300 kg i powyżej 300 kg, na wydajność rzeźną cieląt. Podniesienie masy ubojowej wpływało natomiast istotnie na

poprawę uformowania tusz, przy zachowaniu zbliżonego otłuszczenia. Wykazano, że pleć wpływała na przyrosty masy ciała i uformowanie tuszy cieląt, natomiast ich otłuszczenie było zbliżone.

W kolejnych badaniach analizowano właściwości fizykochemiczne i wartość odżywczą mięśnia *longissimus lumborum* cieląt w zależności od ich wieku (6, 7 lub 8 m-cy) oraz czasu przechowywania chłodniczego (1, 2, 5 i 12 dni) w warunkach próżniowych (**B.1.3., IF=0,599**). Wykazano, że wraz z wiekiem cieląt istotnie zwiększała się zawartość białka i wartość kaloryczna mięsa, natomiast istotnie zmniejszało uwodnienie białek mięśniowych (proporcja W/B). Wiek cieląt istotnie wpływał na zwiększenie koncentracji Mg, Zn i Fe, a zmniejszenie Cu w tkance mięśniowej. Profil kwasów tłuszczowych był niezależnie od wieku cieląt, z wyjątkiem sumy izomerów CLA, która była niższa u starszych cieląt. Mięso cieląt najmłodszych (6 m-cy) było istotnie jaśniejsze i mniej czerwone, jak również wykazywało istotnie największy wyciek naturalny w porównaniu do mięśni cieląt starszych (7 i 8 m-cy). Nie stwierdzono różnic w instrumentalnych pomiarach kruchości mięsa – siła cięcia była porównywalna we wszystkich grupach. Warto podkreślić, że stwierdzono istotny wpływ długości przechowywania *post mortem* mięsa pakowanego w warunkach próżniowych na poprawę jego kruchości niezależnie od wieku cieląt.

Swoistym podsumowaniem zdobytych doświadczeń w omawianym obszarze badawczym jest opublikowana w 2017 r. w *Meat Science* praca przeglądowa (**B.2.14., IF=3,126**), w której wykorzystano wyniki badań ośrodków europejskich dotyczących wartości rzeźnej i jakości mięsa cieląt utrzymywanych z matkami na pastwisku, na tle własnych rezultatów. Opracowanie to prezentuje aktualną sytuację, jak również przyszłe kierunki rozwoju tego sektora produkcji cieląt w Europie. Do najważniejszych czynników wpływających na wartość rzeźną i jakość mięsa cieląt, które zostały omówione w tej pracy należały: system produkcji, żywienie, rasa i czas dojrzewania mięsa. Analiza rezultatów badań (zarówno własnych, jak i innych autorów) pozwoliła na sformułowanie następujących stwierdzeń. 1) Mięso cielęce uzyskane od zwierząt z systemów pastwiskowych zawiera wartościowe i funkcjonalne składniki odżywcze – niezbędne w utrzymaniu zdrowia człowieka zarówno w sferze fizycznej, jak i psychicznej. Prozdrowotne właściwości takiej cielęciny są efektem wysokiej zawartości kwasów PUFA, w tym izomerów CLA, kwasu linolowego i α -linolenowego, korzystnej proporcji kwasów n-6/n-3, jak również niskiej zawartości tłuszczu i cholesterolu. 2) Najważniejszym czynnikiem determinującym właściwości prozdrowotne mięsa cieląt utrzymywanych w tym systemie jest długość okresu ssania i czas wypasu. Taki system produkcji cieląt (mleko krów + zielonka pastwiskowa)

wyduje się również uzasadniony ekonomicznie. Generuje bowiem korzyści dla lokalnych hodowców, a taki przyjazny dla zwierząt system produkcji jest aktualnie preferowany przez handlowców i konsumentów. 3) Dla osiągnięcia większej efektywności, obejmującej wyższe przyrosty masy ciała, większą wydajność poubojową i lepsze uformowanie tusz, należy rozważyć włączenie częściowej suplementacji paszą treściwą (lub koncentratami paszowymi). 4) W produkcji mięsa cielęcego, zwłaszcza w odniesieniu do zwierząt utrzymywanych z matkami na pastwisku, należy zwrócić szczególną uwagę na sposób postępowania z surowcem po uboju, zaś kluczowym etapem jest proces wychładzania poubojowego. Tusze cieląt uzyskane z takiego systemu zawierają bowiem chude mięso i pokryte są cienką warstwą tłuszczu podskórnego, co sprzyja występowaniu skurczu chłodniczego. To niekorzystne zjawisko ogranicza lub nawet uniemożliwia przebieg prawidłowego procesu poubojowej tenderyzacji mięsa, który gwarantuje uzyskanie kruchego produktu. Do wykształcenia pożądanych wyróżników sensorycznych, a przede wszystkim kruchości, mięso cieląt utrzymywanych z matkami powinno dojrzewać, co najmniej 2 tygodnie (lub dłużej).

2. Towaroznawcza ocena przetworów mięsnych

W ramach badań statutowych realizowanych w macierzystej Katedrze prowadziłem ocenę różnych grup technologicznych przetworów mięsnych, w tym wędlin wędzonych i parzonych, produktów blokowych oraz konserw pasteryzowanych i sterylizowanych. Wędliny parzone należą do chętnie i powszechnie spożywanych przetworów mięsnych przez wszystkie grupy konsumentów. Wynika to z pożądanej struktury, konsystencji, wielkości porcji, jak i dostępności cenowej. Celem prac **A.1.6.**, **A.2.1.**, **B.2.1.** i **A.1.8.** była ocena jakościowa parówek i mortadel dostępnych w sieci detalicznej miasta Lublina. Wykazano istotne różnice pomiędzy ocenianymi parówkami w zawartości wody i tłuszczu, przy zbliżonym udziale białka i soli kuchennej (**A.1.6.**). Z punktu widzenia zaleceń dietetycznych stwierdzono, zatem korzystny, tzn. znacznie niższy niż określony w przedmiotowej Polskiej Normie (PN), udział tłuszczu i soli. Wykazano, że cena nie odzwierciedlała jakości produktów. Najkorzystniejszymi cechami organoleptycznymi, pomimo ich umiarkowanej ceny, charakteryzowały się parówki drobiowe. Istotne zróżnicowanie właściwości reologicznych parówek, wynikało z różnego składu surowcowego. Najniższą gumowatość i zuwalność stwierdzono dla parówek drobiowo-wieprzowych. W kolejnej pracy (**A.2.1.**) oceniono jakość parówek dostępnych w supermarketach miasta Lublina dedykowanych dla dzieci. Przetwory przeznaczone dla najmłodszych, w porównaniu do produktów dedykowanych wszystkim konsumentom, zawierały porównywalną ilość białka, natomiast niższą tłuszczu oraz były

mniej kaloryczne. Parówki dla dzieci ze względu na rodzaj surowca mięsnego, produkowane były albo wyłącznie z surowca drobiowego (indyk lub kurczak) albo drobiowego z dodatkiem wieprzowiny lub cielęciny. Najkorzystniejszymi właściwościami fizykochemicznymi, parametrami tekstury, a przede wszystkim cechami organoleptycznymi charakteryzowały się parówki drobiowo-cielęce. Wykazano, że w segmencie wędlin dla dzieci niestety obecne były również parówki do produkcji których wykorzystano, co prawda dozwolone substancje dodatkowe, ale w bardzo dużych ilościach, a także surowiec o niskiej jakości i dyskusyjnej wartości, jakim jest mięso oddzielone mechanicznie. Kontynuacją badań produktów z tej grupy technologicznej była praca **(B.2.1.)** nt. porównania jakości wędlin homogenizowanych o zróżnicowanej zawartości zamienników tłuszczu/mięsa z tradycyjnym ich odpowiednikiem. Stwierdzono zróżnicowany skład surowcowy oraz wartość odżywczą parówek o częściowej lub całkowitej substytucji komponentów zwierzęcych (tłuszczu i białka). Konsekwencją odmiennego składu surowcowego wędlin było również ich istotne zróżnicowanie w zakresie tekstury. Całkowite zastąpienie surowców zwierzęcych składnikami roślinnymi w produktach sojowych negatywnie wpłynęło na ocenianą organoleptycznie jakość ogólną, w tym zwłaszcza smak i zapach. Zdecydowanie korzystniejsze wyniki, zarówno w zakresie wyróżników tekstury, a przede wszystkim oceny organoleptycznej, uzyskano w przypadku parówek o obniżonej o 30% zawartości tłuszczu, których jakość tylko nieznacznie odbiegała od produktów pełnotłuszczowych.

W pracy oceniającej mortadele **(A.1.8.)** wykazano istotne różnice w zawartości wody, suchej masy i tłuszczu w produktach oferowanych na rynku detalicznym. Oceniane produkty zawierały niższą niż zaleca PN zawartość tłuszczu i soli, co jest zgodne z aktualnymi zaleceniami żywieniowymi nt. ograniczenia ich w diecie. Istotne zróżnicowanie siły cięcia i twardości porównywanych produktów były związane z odmiennym składem surowcowym. Największą sprężystość, gumowatość i żuwalność stwierdzono w przypadku wędlin produkowanych z dodatkiem semoliny.

W pracy **(B.1.4.)** zamieszczono wyniki oceny towaroznawczej szyneczek konserwowych (mięśnych konserw sterylizowanych) dostępnych w sprzedaży detalicznej miasta Lublina. Oferowane produkty były prawidłowo oznakowane, nie wykazywały cech dyskwalifikujących oraz spełniały wymagania organoleptyczne zawarte w przedmiotowych PN. Potwierdzono zgodność masy konserw i zawartości białka ogólnego z informacjami deklarowanymi przez producenta. W dwóch produktach oznaczona zawartość tłuszczu była niższa niż deklarowana, a w 1 szynce stwierdzono wyższą zawartość tłuszczu i soli od wartości podanych na etykiecie.

3. Jakość mięsa zwierząt wolno żyjących

W roku 2017 opublikowano wyniki badań dotyczących oceny wartości odżywczej i właściwości fizykochemicznych mięsa najważniejszych gatunków zwierząt łownych tj. dzików i jeleni szlachetnych uwzględniających jego przechowywanie w warunkach próżniowych w stanie zamrożenia (**B.1.10.**). Badania jakości dziczyzny po okresie mrożenia jest ważne dla międzynarodowej wymiany handlowej (długi czas dystrybucji), a praktycznie jedyną stosowaną metodą jest schładzanie lub mrożenie. Istotnie większy udział tłuszczu oznaczono w mięsie dzików, jakkolwiek mięso obu gatunków było niskokaloryczne oraz charakteryzowało się korzystnym wskaźnikiem jakości odżywczej dla białka. Dzczyzna dłużej przechowywana po rozmrożeniu wykazywała istotnie mniejszą wodochłonność, a ponadto mięso dzika było istotnie twardsze (wyższa siła i energia cięcia) w porównaniu do mięsa jelenia. Przeprowadzona ocena wartości odżywczej i właściwości fizykochemicznych mrożonych elementów handlowych z dziczyzny upoważnia do stwierdzenia, że jest to dobry surowiec spełniający zarówno kryteria dla mięsa kulinarnego, jak i wymagania dla mięsa do przetwórstwa.

Z uwagi na rosnącą w Polsce populację bobrów i związane z tym konsekwencje w środowisku i gospodarce człowieka, podejmowane są działania prowadzące do zwiększonego pozyskania tego gatunku przez myśliwych. Podjęto więc badania nad oceną właściwości fizykochemicznych oraz aktualnego profilu żywieniowego, uwzględniającego wartość i gęstość odżywczą, profil kwasów tłuszczowych, zawartość aminokwasów oraz makro- i mikroelementów mięsa bobrów bytujących w regionie środkowo-wschodniej Polski. Wyniki pierwszej pracy (**B.1.12.**, **IF=3,126**) opublikowanej w 2017 r. w renomowanym czasopiśmie *Meat Science* wskazują, że mięśnie szkieletowe bobrów uzyskane z trzech elementów tuszy są bogatym źródłem białka o wysokim indeksie odżywczym. Barwa mięsa tych zwierząt jest związana z zawartością barwników hemowych, których wysoka koncentracja jest efektem wodno-ziemnego trybu życia. Uzyskane wstępne wyniki pozwalają stwierdzić, że przechowywanie tego mięsa w warunkach chłodniczych silniej oddziaływało na właściwości technologiczne i stabilność oksydacyjną niż wiek zwierząt lub rodzaj elementu. Zaobserwowano tendencję poprawy kruchości i wodochłonności mięsa w trakcie przechowywania chłodniczego. Potrzebna jest kontynuacja badań z tego zakresu. Warto bowiem zauważyć, że właściwie są to pierwsze w historii czasopisma wyniki opublikowane w *Meat Science* dotyczące jakości mięsa tego gatunku. W poprzedniej pracy (z 2004 r.) podano profil sensoryczny mięsa 15 gatunków zwierząt, ale w przypadku bobra były to wyniki z „jednego” osobnika.

Wyniki drugiej pracy opublikowanej również w 2017 r. (**B.1.13. IF=0,536**) wskazują, że bóbr europejski dostarcza doskonałego pod względem odżywczym mięsa o niskiej kaloryczności i pożądanym składzie chemicznym. Białko mięśniowe charakteryzowało się wysoką wartością indeksu jakości odżywczej i doskonale zbilansowanym składem aminokwasowym (aminokwasy egzogenne ok. 45%). Uzyskane wyniki wskazują ponadto, że mięso bobrów spełnia aktualne wymagania i zalecenia żywieniowe (opracowane przez FAO/WHO i EFSA) pod względem profilu kwasów tłuszczowych i zawartości cholesterolu. Mięso bobrów zawierające wysoki udział kwasów wielonienasyconych (>49%) z właściwą proporcją kwasów PUFA/SFA i n-6/n-3 należy postrzegać jako korzystną alternatywę w diecie człowieka. Należy także podkreślić fakt wysokiej zawartości składników mineralnych o dużej biodostępności i korzystnym oddziaływaniu na funkcje człowieka, zwłaszcza żelaza hemowego, cynku, magnezu, miedzi i potasu, niskiej natomiast sodu. Pozostaje jednak wciąż otwarta kwestia akceptowalności mięsa bobrów w diecie człowieka.

W swoim dorobku posiadam ponadto 3 współautorskie prace nt.: oceny wartości użytkowej i jakości mięsa ryb morskich (**A.1.1.**), oceny składu chemicznego i profilu kwasów tłuszczowych w mleku krowim i kozim, wyprodukowanym w gospodarstwach ekologicznych w okresie żywienia letniego i zimowego (**B.1.5.**) oraz poziomu wiedzy i opinii studentów lubelskich uczelni na temat ekologicznej żywności pochodzenia zwierzęcego (**B.1.11.**). Jestem także współautorem rozdziałów (**A.2.1., B.2.1.-B.2.3.**) w 4 monografiach tematycznych, 2 artykułów popularno-naukowych (**A.3.1., A.3.2**) oraz rozdziału w podręczniku akademickim.

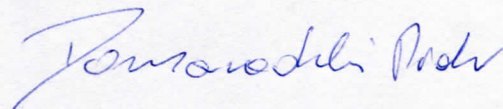
Wyniki prowadzonych badań prezentowane były na wielu sympozjach krajowych i zagranicznych, m. in. Lublinie (2008-2016), Szczecinie (2009), Krakowie (2010), Poznaniu (2010, POLAGRA FOOD 2014), Nitrze (2012), Bratysławie (2012), Jastrzębcu (2012), Radomiu (2012, 2016) a także 3-krotnie na Międzynarodowych Sesjach Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności (Poznań 2013, Warszawa 2014, Szczecin 2017).

IV. PODSUMOWANIE DOROBKU NAUKOWEGO

W okresie mojej kilkunastoletniej działalności na Uczelni (2005-2018) opublikowałem 34 prace oryginalne, w tym 6 stanowiących szczególnie osiągnięcie naukowe, 1 rozdział w podręczniku, 3 artykuły przeglądowe i popularno-naukowe, 4 rozdziały w monografiach oraz 28 doniesień i komunikatów naukowych. Łącznie daje to 70 publikacji z tego 36 (ponad 50%) zostało opublikowanych po doktoracie. W czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports* (JCR) opublikowałem 16* prac. Łącznie liczba punktów za publikacje w czasopismach ujętych na liście MNiSW (zgodnie z rokiem wydania) wynosi 455 pkt., w tym 309 pkt. za prace z listy JCR i 146 pkt. za pozostałe prace recenzowane oraz 25 pkt za rozdziały w monografiach i podręcznikach. Łączna punktacja za dorobek naukowy wynosi więc 480 pkt., z czego 371 pkt. (77%) przypada na dorobek po doktoracie. Sumaryczny Impact Factor według listy JCR (zgodnie z rokiem opublikowania) dla 16 prac wynosi 13,966 (0,818 przed doktoratem i 13,148, tj. 94%, po uzyskaniu stopnia doktora), liczba cytowań wg bazy Web of Science (Core Collection) = 31, a Indeks H = 3. Wskaźniki te wg bazy Scopus wynoszą odpowiednio: 40 cytowań i *h-index* = 3.

Prace oryginalne publikowałem w następujących czasopismach: *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* (7), *Annals of Animal Science* (4), *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* (4), *Meat Science* (2), *Animal Science Papers and Reports* (2), *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* (2), *Wiadomości Zootechniczne* (2) i po jednej m.in. w: *Biological Trace Element Research*, *Fleischwirtschaft*, *Journal of Elementology*, *Journal of Food Measurement and Characterization*, *Medycynie Weterynaryjnej*, *Journal of Central European Agriculture*, *Annales UMCS sec. EE*, *Episteme Czasopismo Naukowo – Kulturalne*, *Gospodarce Mięsnej*, *Przeglądzie Hodowlanym*, *Towaroznawczych Problemach Jakości (Polish Journal of Commodity Science)*, *Zeszytach Naukowych Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu*.

Na prośbę redakcji *Biological Trace Element Research*, *Food Research International* oraz *Technical Sciences*, wykonałem recenzję 3 publikacji złożonych do druku w ww. czasopismach.



* Łącznie z publikacjami stanowiącymi szczególnie osiągnięcie naukowe